



TUGAS AKHIR – MO141326

**ANALISA *LATERAL BUCKLING* AKIBAT
EKSPANSI TERMAL YANG MENYEBABKAN
*PIPELINE WALKING***

OLEH:

IBNU SUWIDA HARJA

NRP. 4311100099

Dosen Pembimbing:

Ir. Imam Rochani, M.Sc.

Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



FINAL PROJECT – MO141326

**ANALYSIS OF LATERAL BUCKLING DUE TO
THERMAL EXPANSION THAT CAUSED
PIPELINE WALKING**

IBNU SUWIDA HARJA

REG. 4311100099

Supervisors:

Ir. Imam Rochani, M.Sc.

Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D.

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2015

**ANALISA *LATERAL BUCKLING* AKIBAT EKSPANSI TERMAL YANG
MENYEBABKAN *PIPELINE WALKING***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

IBNU SUWIDA HARJA

NRP. 4311 100 099

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Imam Rochani, M.Sc.....(Pembimbing 1)
2. Ir. Handayanu, M.Sc, Ph.D.....(Pembimbing 2)



SURABAYA, AGUSTUS 2015

ANALISA *LATERAL BUCKLING* AKIBAT EKSPANSI TERMAL YANG MENYEBABKAN *PIPELINE WALKING*

Nama Mahasiswa : Ibnu Suwida Harja
NRP : 4311100099
Jurusan : Teknik Kelautan FTK – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Imam Rochani, M.Sc.
Ir. Handayanu, M.Sc, Ph.D.

ABSTRAK

Pada sekarang ini permasalahan yang dihadapi oleh dunia minyak dan gas semakin kompleks dengan adanya kemajuan teknologi. Permasalahan tersebut juga berpengaruh pada teknologi penyalur minyak dan gas yaitu pipa. Pipa sekarang ini mengalami permasalahan berupa tingginya tekanan dan temperatur yang terjadi pada kondisi *start up* dan *shut down* selama siklus operasinya. Kerana adanya tekanan dan temperatur yang tinggi pada saat *start up* pipa akan mengalami pemuaian ke arah *lateral* karena pada ujung pipa terdapat *anchor* tetapi pada saat *shut down* pipa akan mengalami penyusutan menuju kebentuk semula tetapi pada proses tersebut terdapat gaya gesek tanah yang menghambat proses tersebut sampai siklus umur pipa, fenomena ini dinamakan *pipeline walking*. Pada tugas akhir ini pipa yang dianalisa memiliki panjang 14 km dan untuk mengetahui apakah pipa mengalami *buckling* akibat fenomena *pipeline walking*. Selanjutnya dilakukan pemodelan dan analisa pipa untuk mengetahui tegangan maksimum dan besar displacement yang terjadi. Pada analisa ini perhitungan *walking* secara manual didapatkan nilai sebesar 0.0685 m setiap satu siklus (1 tahun = 3 siklus). Maka pada kurun waktu satu tahun pipa akan mengalami *walking* sebesar 0.21 m dan memiliki tegangan sebesar 171.36 N/mm². Untuk pipa beroperasi selama 10 tahun, pipa mengalami *walking* sebesar 2.1 m dan tegangan yang terjadi sebesar 601.5 N/mm². Pipa yang beroperasi selama 1-8 tahun tidak mengalami kegagalan karena tegangan yang terjadi berada dibawah *allowable stress*. Untuk pipa yang beroperasi pada tahun ke-9 pipa terindikasi mengalami kegagalan. Kemudian untuk pipa yang beroperasi selama 10 tahun akan mengalami *buckling* karena nilai *stress* yang terjadi melebihi *allowable stress* yang diijinkan dan defleksi yang terjadi juga melebihi dari yang diijinkan. Maka dari itu perlu adanya penanggulangan dari kegagalan pipa yang terjadi untuk tetap menstabilkan produksi minyak dan gas.

Kata kunci : *pipeline walking, thermal stress, allowable stress, buckling*

ANALYSIS OF LATERAL BUCKLING DUE TO THERMAL EXPANSION THAT CAUSED PIPELINE WALKING

Student Name : Ibnu Suwida Harja
NRP : 4311100099
Department : Ocean Engineering
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
Supervisors : Ir. Imam Rochani, M.Sc.
Ir. Handayani, M.Sc, Ph.D.

ABSTRACT

The problems today faced by the world oil and gas increasingly complex with the advancement of technology. These problems also affect the oil and gas channel technology that pipeline. Pipeline currently experience problems such as high pressures and temperatures that occur in the condition of start up and shut down during the operation cycle. Because the high pressure and temperature at the time of start-up pipeline will undergo expansion to the lateral direction because at the end of the pipeline there is an anchor but by the time shut down the pipeline will experience shrinkage heading into shape but in the process there is friction soil that inhibit the process until the cycle life of the pipeline, this phenomenon is called pipeline walking. In this final analysis pipeline has a length of 14 km and to determine whether the pipeline experienced pipeline buckling due to the phenomenon of walking. Further modeling of the pipeline using software to determine maximum stress and great displacement. On this analysis calculations manually walking obtained a value of 0.0685 m each one cycle (one year = 3 cycles). Then in the period of one year the pipeline will experience walking by 0.21 m and has a stress of 171.36 N/mm^2 . For the pipeline operation for 10 years, experienced a walking pipeline of 2.1 m and stress that occurs at 601.5 N/mm^2 . Pipeline operation for 1-8 years do not fail because of a voltage that occurs under the allowable stress. For pipeline operating at 9 year indicated pipe failure. Then to the pipeline which operated for 10 years will experience buckling stress that occurs because the value exceeds the allowable allowable stress and deflection that occurred well in excess of that permitted. Thus the need for mitigation of pipeline failures that occur to keep stabilize oil and gas production.

Keyword : *pipeline walking, thermal stress, allowable stress, buckling*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur alhamdulillah kehadiran ALLAH SWT telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa *Lateral Buckling* Akibat Ekspansi Termal yang Menyebabkan *Pipeline Walking* dengan baik dan lancar. Selain itu ucapan terima kasih saya berikan kepada Bapak Imam Rochani dan Bapak Handayanu selaku dosen pembimbing yang selalu menuntun dan memberi arahan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penyusunan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi Kesarjanaan (S1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Dalam penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun dengan arahan pembimbing dan kerjasama dari berbagai pihak segala hambatan tersebut dapat diatasi dengan baik.

Dalam penulisan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari kekurangan, maka dari itu saran dan kritik yang membangun sangat perlu diberikan, karena sebagai bahan untuk menyempurnakan laporan kedepannya. Dengan penulisan laporan ini penulis berharap laporan ini bermanfaat untuk perkembangan teknologi kedepannya.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2015

Ibnu Suwida Harja

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini tidak lepas karena dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridha-Nya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ayah dan Ibu yang tak henti-hentinya memberi dukungan moril dan doanya.
3. Ir. Imam Rochani, M.Sc. dan Ir. Handayanu, M.Sc, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman MAMI Squadron dan teman-teman TRIDENT L-29 yang selalu memberi dukungan dan sebagai teman diskusi.
5. Semua pihak terkait yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu.

DAFTAR ISI

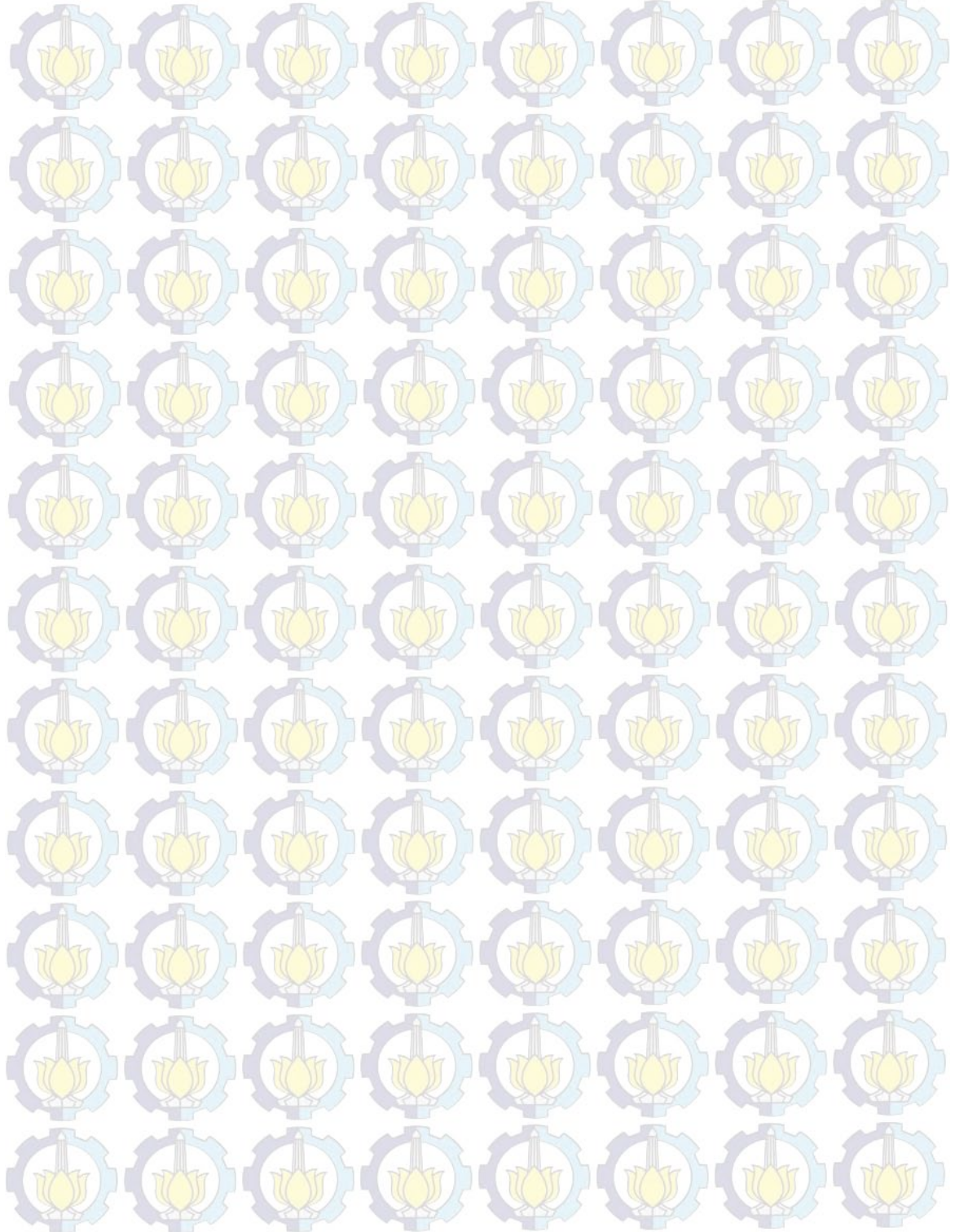
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Hoop Stress.....	8
2.2.2 Ekspansi Pipeline.....	9
2.2.3 Perhitungan Berat Terendam Pipa.....	9
2.2.4 Pipeline Walking.....	13
2.2.5 Regangan Poison.....	14
2.2.6 Regangan End Cap.....	14
2.2.7 Regangan Temperatur.....	15
2.2.8 Gaya Aksial.....	15
2.2.9 <i>Critical Buckling Load</i>	16
2.2.10 <i>Internal Overpressure</i>	16
2.2.11 Tahanan Gesek.....	17
2.2.12 Perhitungan <i>Virtual Anchor Point</i>	18
2.2.13 Pengaruh Kemiringan <i>Seabed</i>	19
2.2.14 Laju Walking Setiap Siklus.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Metode Penelitian.....	23
BAB VI ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Data-data.....	27
4.1.1 Data Properti Pipa.....	27
4.1.2 Data Soil.....	28

4.1.3 Data Lingkungan.....	28
4.1.4 Data Operasional Pipa.....	29
4.2 Perhitungan <i>Hoop Stress</i>	30
4.3 Perhitungan <i>Submerged Weight</i>	30
4.4 Perhitungan Gaya Aksial.....	35
4.5 Perhitungan <i>Critical Buckling Load</i>	35
4.6 Perhitungan <i>Internal Overpressure</i>	35
4.7 Perhitungan Regangan.....	36
4.8 Perhitungan Tahanan Gesek.....	37
4.9 Letak <i>Virtual Anchor</i>	37
4.10 Perhitungan <i>Walking</i> Setiap Siklus.....	38
4.11 Pemodelan Pipa.....	39
4.11.1 Tegangan dan Displasemen Pada Pipa.....	40
4.11.1.1 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> 1 Siklus.....	40
4.11.1.2 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-1.....	43
4.11.1.3 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-2.....	46
4.11.1.4 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-3.....	49
4.11.1.5 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-4.....	52
4.11.1.6 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-5.....	55
4.11.1.7 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-6.....	58
4.11.1.8 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-7.....	61
4.11.1.9 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-8.....	64
4.11.1.10 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-9.....	67
4.11.1.11 Tegangan dan Displasemen Akibat <i>Walking</i> Pada Tahun Ke-10.....	70
BAB V PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Subsea pipeline system</i> (Pricilia, 2009).....	1
Gambar 2.1 Arah <i>Hoop Stress</i> (Airlangga, 2010).....	8
Gambar 2.2 Submerged Weight (Pricilia, 2009).....	10
Gambar 2.3 <i>Pipeline walking</i>	14
Gambar 2.4 Gaya friksi (Pricilia, 2009).....	18
Gambar. 2.5 Seabed Slope (Tveramo,2013).....	19
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>Pipeline walking</i> ketika <i>heat up</i> dan <i>cool down</i> (Tveramo,2013).....	20
Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir.....	23
Gambar 4.1 Grafik $S_{nn}(\omega)$	31
Gambar 4.2 Grafik perhitungan $S_{uu}(\omega)$	32
Gambar 4.3 Letak virtual anchor.....	38
Gambar 4.4 Pemodelan pipeline tampak atas.....	39
Gambar 4.5 Pemodelan pipeline tampak samping.....	40
Gambar 4.6 Tegangan pada pipa dalam 1 siklus.....	41
Gambar 4.7 Displasemen pada pipa selama 1 siklus.....	42
Gambar 4.8 Tegangan pada pipa tahun ke-1.....	44
Gambar 4.9 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 1.....	45
Gambar 4.10 Tegangan pada pipa tahun ke-2.....	46
Gambar 4.11 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 2.....	48
Gambar 4.12 Tegangan pada pipa tahun ke-3.....	49
Gambar 4.13 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 3.....	51
Gambar 4.14 Tegangan pada pipa tahun ke-4.....	52
Gambar 4.15 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 4.....	54
Gambar 4.16 Tegangan pada pipa tahun ke-5.....	55
Gambar 4.17 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 5.....	57
Gambar 4.18 Tegangan pada pipa tahun ke-6.....	58
Gambar 4.19 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 6.....	60
Gambar 4.20 Tegangan pada pipa tahun ke-7.....	61
Gambar 4.21 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 7.....	63
Gambar 4.22 Tegangan pada pipa tahun ke-8.....	64
Gambar 4.23 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 8.....	66

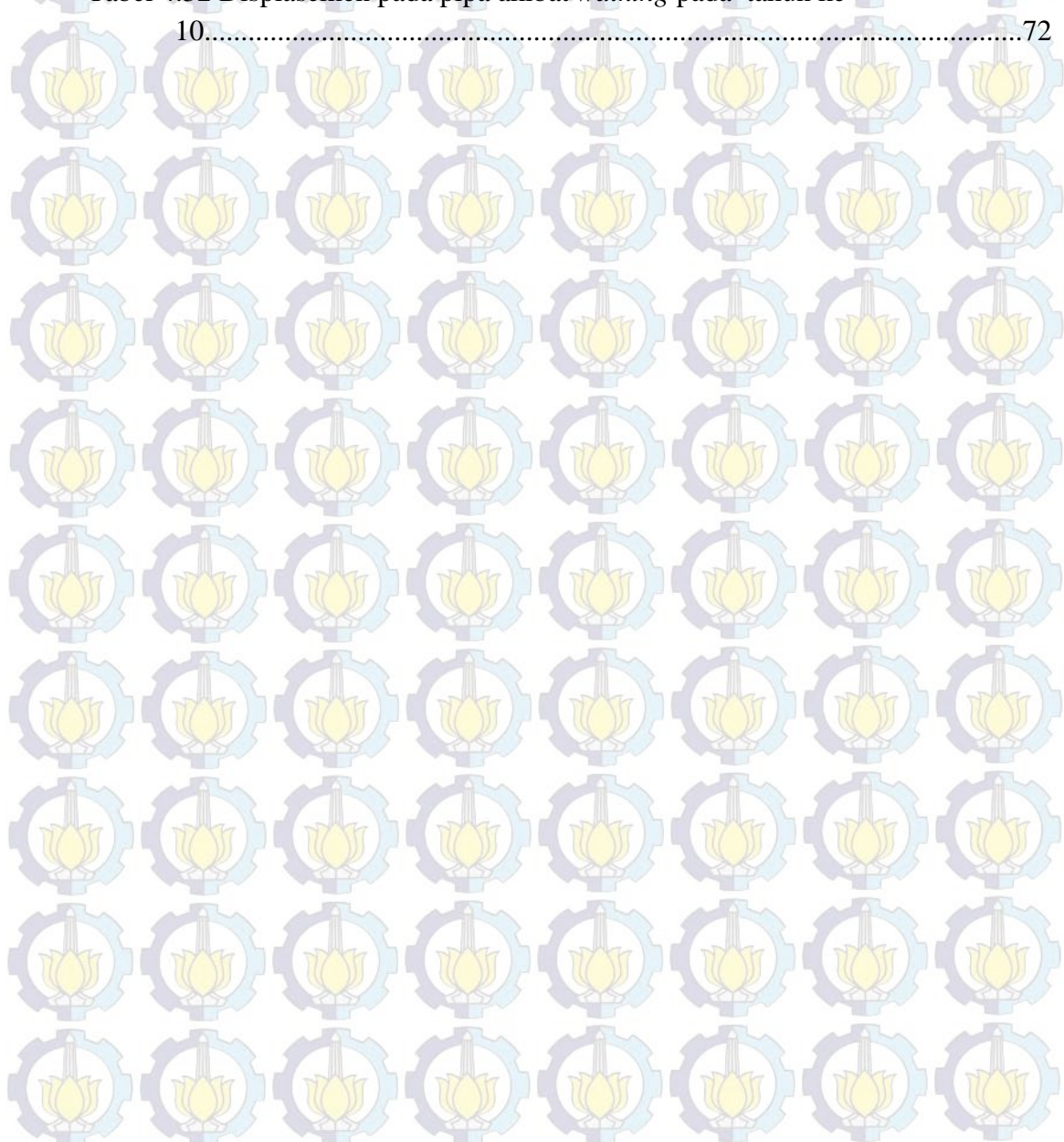
Gambar 4.24 Tegangan pada pipa tahun ke-9.....	67
Gambar 4.25 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-9.....	69
Gambar 4.26 Tegangan pada pipa tahun ke-10.....	70
Gambar 4.27 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-10.....	72



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data properti pipa.....	27
Tabel 4.2 Data soil.....	28
Tabel 4.3 Data lingkungan.....	29
Tabel 4.4 Data arus gelombang.....	29
Tabel 4.5 Data operasional pipa.....	29
Tabel 4.6 Data hasil perhitungan $S_{nn}(\omega)$	30
Tabel 4.7 Data hasil perhitungan $S_{uu}(\omega)$	32
Tabel 4.8 Check <i>Internal Overpressure</i>	36
Tabel 4.9 Hasil perhitungan regangan.....	36
Tabel 4.10 Nilai VAP.....	37
Tabel 4.11 <i>Walking</i> setiap siklus.....	38
Tabel 4.12 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> 1 siklus.....	41
Tabel 4.13 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> 1 siklus.....	42
Tabel 4.14 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 1.....	44
Tabel 4.15 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 1.....	45
Tabel 4.16 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 2.....	47
Tabel 4.17 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 2.....	48
Tabel 4.18 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 3.....	50
Tabel 4.19 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 3.....	51
Tabel 4.20 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 4.....	53
Tabel 4.21 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 4.....	54
Tabel 4.22 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 5.....	56
Tabel 4.23 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 5.....	57
Tabel 4.24 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 6.....	59
Tabel 4.25 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 6.....	60
Tabel 4.26 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke- 7.....	62

Tabel 4.27 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-7.....	63
Tabel 4.28 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-8.....	65
Tabel 4.29 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-8.....	66
Tabel 4.29 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-9.....	68
Tabel 4.30 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-9.....	69
Tabel 4.31 Tegangan pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-10.....	71
Tabel 4.32 Displasemen pada pipa akibat <i>walking</i> pada tahun ke-10.....	72



DAFTAR NOTASI

A	= Cross sectional area	(m^2)
p_i	= Tekanan internal	(N/m^2)
p_e	= Tekanan eksternal	(N/m^2)
D	= Diameter	(m)
D_i	= Diameter internal	(m)
D_o	= Diameter luar	(m)
E	= Modulus young	(Pa)
α_t	= Koefisien termal	
ΔT	= Perubahan temperature = $T_{\text{desain}} - T_{\text{instalasi}}$	(C^0)
$\Delta \alpha$	= Walking per cycle	(m)
F_{ax}	= Gaya aksial efektif	(N)
P_i	= Tekanan internal	(Mpa)
σ_h	= Tegangan hoop	(Mpa)
T_2	= Temperature internal	(C^0)
T_1	= Temperature eksternal	(C^0)
A_i	= Luas penampang internal	
A_s	= Luas potongan melintang pipa	
M_d	= Momen Bending Desain	(Nm)
S_d	= Gaya Aksial Efektif Desain	(N)
M_p	= Tahanan Momen Plastis	(Nm)
S_p	= Tahanan Aksial Plastis	(N)
P_b	= Tahanan bursting	
W_s	= Submerged weight	
H_b	= Kedalaman penimbunan	
ρ_b	= Massa jenis tanah	
K_o	= <i>coefficient of lateral soil stress</i>	
L_A	= Virtual anchor length	(m)
A_s	= Cross sectional area of steel	(m^2)
F_f	= Frictional resistance	(N/m)
L	= Panjang pipa	(m)

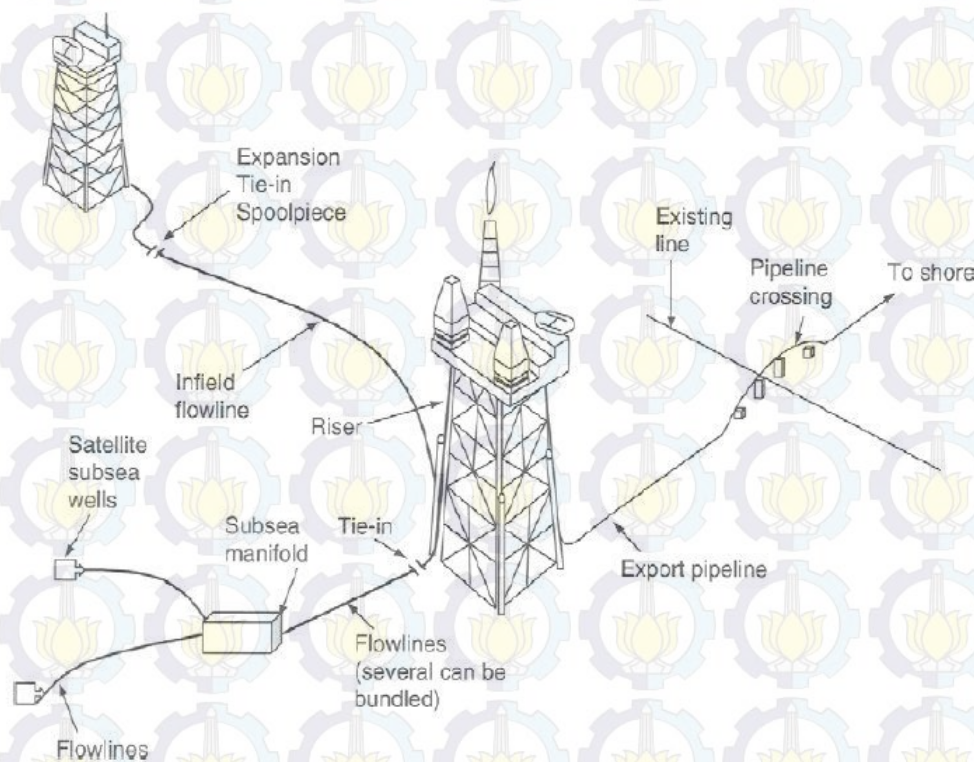
α_s	= Sudut kemiringan <i>seabed</i>	
μa	= Axial friction factor	
ε_{tot}	= Strain due to internal pressure and temperature	
ε_E	= Strain due to end cap effect	
ε_V	= Strain due to poisson's effect	
ε_T	= Strain due to temperature effect	
α_c	= <i>flow stress parameter</i>	
α_p	= faktor tekanan untuk <i>combined loading criteria</i>	
γ_m	= Material Resistance Factor	
γ_{sc}	= Safety class Resistance Factor	
f_y	= Batas leleh Baja	
CSF	= Concrete stifnes factor	
ΔS_s	= Perubahan gaya axial pada daerah yang dibatasi oleh <i>virtual anchor</i> di poin a dan poin b	
ΔF	= Perubahan gaya axial disepanjang pipa	
L_e	= Panjang efektif	(m)
t	= Tebal pipa	(m)
α	= Generalised Philips constant	
g	= Percepatan gravitasi	(m/s ²)
ω	= <i>Frekuensi gelombang</i>	(rad)
ω_p	= <i>Peak wave frequency</i>	(rad)
γ	= <i>Peak enhancement factor</i>	
σ	= <i>Spectral width parameter</i>	
τ	= angka osilasi di desain spektra	
T_p	= <i>Peak Period</i>	(s)
T_u	= <i>mean zero upcrossing period</i>	(s)
T_n	= periode referensi	(s)
T^*	= periode untuk desain osilasi	(s)
H_s	= Tinggi gelombang <i>Significant</i>	(m)
k	= angka gelombang	
k_U	= rasio antara desain osilasi dengan desain spektra	

k_T	= rasio antara periode desain osilasi dengan desain spektra	
U_s	= kecepatan aliran tegak lurus pipa	(m/s)
U^*	= kecepatan akibat transformasi gelombang menjadi arus	(m/s)
z_r	= ketinggian pengukuran di atas seabed	(m)
z	= elevasi diatas seabed	(m)
z_0	= <i>bottom roughness parameter</i>	(m)
V^*	= kecepatan arus tegak lurus pipa	(m/s)
C_Y^*	= koefisien beban arah horizontal	
C_Z^*	= koefisien beban arah vertikal	
z_p	= kedalaman penetrasi	(m)
$r_{pen,y}$	= beban reduksi searah horizontal	
$r_{pen,z}$	= beban reduksi searah vertikal	
F_Z^*	= beban searah vertikal	
F_y^*	= beban searah horisontal	
γ_{SC}	= <i>safety factor class</i>	
μ	= koefisien gesekan jenis tanah	

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu cara untuk mengalirkan suatu hidrokarbon dalam dunia oil and gas dengan menggunakan *pipeline*. *Pipeline* di bedakan menjadi 2 (dua) yaitu *Onshore* dan *Offshore*. *Pipeline Onshore* biasanya dikubur didalam tanah sedangkan *Pipeline Offshore* biasanya di gunakan untuk menyalurkan hidrokarbon yang melewati perairan (laut dan sungai). *Pipelines* digunakan untuk berbagai maksud dalam pengembangan sumber daya *hidrokarbon* di lepas pantai, termasuk pipa transportasi untuk ekspor, pipa penyalur untuk mengangkut produksi dari suatu *platform* ke pipa ekspor (Soegiono, 2007).



Gambar 1.1 Subsea pipeline system (Pricilia, 2009)

Sekarang ini industri oil and gas semakin maju karena mengikuti perkembangan teknologi yang semakin maju tidak terkecuali industri pipa lepas pantai. Industri ini mengalami kemajuan yang sangat pesat sehingga menghadapi permasalahan yang lebih kompleks. Tantangan yang dihadapi salah satunya adalah kondisi lingkungan yang terdapat di laut dalam yang lebih ekstrim. Salah satunya yaitu kejadian tekuk (*Buckling*), kejadian ini terjadi bermula dari adanya gaya aksial yang berlebih yang terjadi pada pipa. Awal mula terjadi kejadian lateral buckling diawali dengan adanya deformasi kearah lateral yang berlebih diakibatkan oleh perbedaan suhu antara fluida yang ada didalam pipa. Ketika pipa beroperasi pipa akan mengalami beberapa siklus (1 siklus = *start up-shut down*). Ketika pipa start up pipa akan mengalami pemuaian namun karena diujung pipa terdapat anchor, pipa tidak bisa mengalami tension kemudian mengakibatkan deformasi kearah lateral, ketika pipa mengalami shut down pipa akan kembali keposisi semula namun karena adanya gaya gesek tanah yang menahan maka pipa tidak bisa kembali keposisi semula, dan kejadian tersebut terjadi sampai beberapa siklus sehingga sampai mengakibatkan lateral buckling. Kejadian ini dinamakan *pipeline walking*.

Peristiwa *pipeline walking* dapat terjadi pada beberapa kondisi yaitu:

1. Perbedaan suhu yang sangat signifikan antara kondisi *start up* dengan kondisi *shut down*.
2. Jenis tanah merupakan tanah lempung yang sangat lunak (*very soft clay*).
3. Profil dasar laut memiliki kemiringan yang tinggi.

Sehingga perlu diadakan analisa terhadap fenomena ini. Tugas akhir ini difokuskan pada pipa yang mudah mengalami fenomena *pipeline walking*. Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisa lebih lanjut mengenai fenomena *pipeline walking* dan menganalisa pengaruhnya terhadap terjadinya *lateral buckling*.

1.2 Perumusan Masalah

1. Berapa gaya aksial yang terjadi akibat ekspansi dan besar walking yang terjadi?
2. Berapa besar tegangan dan displacement yang terjadi setiap siklusnya?
3. Apakah pada sistem pipeline mengalami *lateral buckling*?

1.3 Tujuan

1. Menghitung besar gaya aksial yang bekerja pada pipa dan besar *walking* yang terjadi.
2. Menghitung besar tegangan dan displacement setiap satu siklus.
3. Mengetahui apakah pipa mengalami *lateral buckling*.

1.4 Manfaat

1. Mengetahui besar gaya aksial yang terjadi akibat ekspansi dan besar *walking* yang terjadi
2. Mengetahui besar tegangan dan displacement yang terjadi setiap satu siklusnya
3. Memberi informasi apakah pipa mengalami *buckling*.
4. Memberi penjelasan mengenai fenomena *pipeline walking*

1.5 Batasan Masalah

1. Kondisi dari freespan diabaikan
2. Fatigue pada pipa diabaikan
3. Tension yang diakibatkan oleh *catenary riser* diabaikan

4. Pada ujung-ujung pipa diasumsikan di fix
5. Kontur disamping kiri dan kanan pipa dianggap sama dengan yang ada dibawah pipa
6. Temperatur dari fluida dan lingkungan sudah ditentukan
7. Pipa hanya diletakkan biasa (digelar)

1.6 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan beberapa hal antarlain :

1. Latar belakang
2. Perumusan masalah
3. Manfaat
4. Tujuan
5. Sistematika penulisan
6. Batasan masalah

BAB II TUJUAN DAN DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang digunakan didalam penyelesain tugas akhir yang dikerjakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang penjelasan langkah-langkah penyelesaian tugas akhir yang meliputi studi literatur, pengumpulan data, pengerjaan, dan pemodelan.

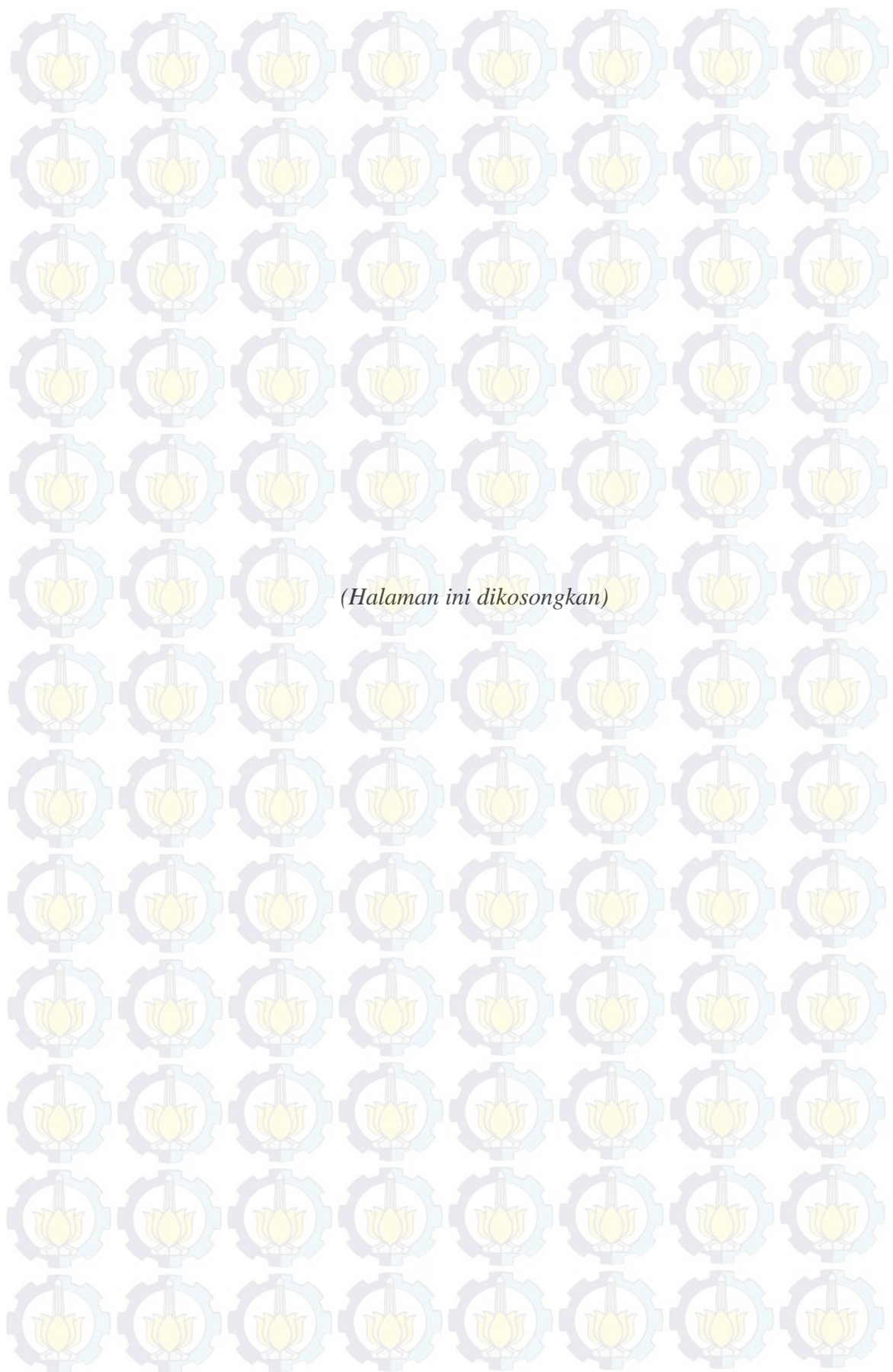


BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai pembahasan dan pengerjaan tugas akhir. Dilanjutkan analisa melalui pemodelan pada *software*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir dan saran yang bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam perancangan pipa *offshore* perlu adanya pengetahuan tentang pelaksanaan teknis. Perancangan pipa harus memperhatikan aspek lingkungan yang berasal dari perairan laut. Pengaruh lingkungan ini sangat menentukan kriteria dari desain pipa yang akan dibuat. Dalam masa beroprasinya pipa akan mengalami ekspansi yang diakibatkan oleh aliran fluida yang berada didalam pipa dan temperatur lingkungan. Dalam kejadian ini jika terus dibiarkan pipa akan mengalami *Buckling*.

Buckling dibedakan menjadi dua yaitu local buckling dan global buckling. *Local buckling* yaitu deformasi plastis pada penampang pipa yang diakibatkan oleh internal pressure dan eksternal pressure. *Global buckling* adalah defleksi berlebih pada keseluruhan pipa, global buckling dibedakan menjadi tiga yaitu, *upheavel buckling*, *lateral buckling*, dan *downroad pada freespan*. Pada masa opsinya pipa akan mengalami suatu siklus yaitu start up dan shutting down. Ketika start up pipa akan mengalami ekspansi dan mengakibatkan pemuaian namun karena diujung pipa dianchor maka pipa akan mengalami deformasi lateral namun ketika shutting down pipa akan mengalami penyusutan namun karena adanya gaya friksi tanah yang menahan pipa maka pipa tidak bisa kembali ke bentuk sempurna dan kejadian ini berlangsung sampai beberapa siklus dan disebut *pipeline walking*.

Penelitian yang menyangkut tentang *pipeline walking* telah banyak dilakukan sebelumnya. Camilla Tvermo (2013) "*Pipeline Walking of High Pressure/Temperature Flowlines*". Menjelaskan bahwa pipa akan mengalami fenomena *pipeline walking* ketika terjadi proses *start up* dan *shutting down*. Serta menjelaskan proses terjadinya *pipeline walking* sampai mengakibatkan kegagalan.

Fenomena *pipeline walking* terjadi pada pipa yang sedang beroperasi yang disebabkan oleh aliran fluida yang terdapat didalam pipa. Aliran fluida tersebut memiliki tekanan dan suhu sangat tinggi yang mengakibatkan ekspansi.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Hoop Stress

Untuk mendesain pipa perlu diperhatikan beberapa faktor yaitu pembebanan dan kegagalan. Faktor tersebut sangat berpengaruh untuk menentukan dimensi pipa. Pipa yang terletak pada *seabed* memiliki tekanan internal akibat aliran fluida dalam pipa, tekanan eksternal akibat hidrostatik, beban temperatur, dan bending (Tveramo,2013). Pipa memiliki tekanan internal yang mengakibatkan adanya *hoop stress* yang berpengaruh terhadap dinding pipa. Berikut ini rumus perhitungan *hoop stress* :

$$\sigma_h = (p_i - p_e) \frac{D}{2t} \quad (2.1)$$

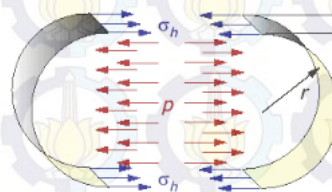
dengan,

p_i = Tekanan internal (N/m²)

p_e = Tekanan eksternal (N/m²)

D = Diameter (m)

t = Tebal pipa (m)



Gambar 2.1 Arah *Hoop Stress* (Airlangga, 2010)

Pipa akan mengalami kegagalan ketika tegangan pipa mencapai *ultimate strength*. Hal ini dapat terjadi karena adanya tekanan internal yang terdapat pada pipa. Kemudian pipa akan mengalami lokal *buckling* ketika tekanan eksternal terus bertambah. Hal lain yang perlu dipertimbangkan ketika mendesai pipa yaitu fenomena *pipeline walking*. Fenomena *pipeline walking* ini dapat menyebabkan

lateral buckling yang merusak pipa. Penyebab utama terjadinya *pipeline walking* adalah adanya perpindahan panas di sepanjang pipa.

2.2.2 Ekspansi Pipeline

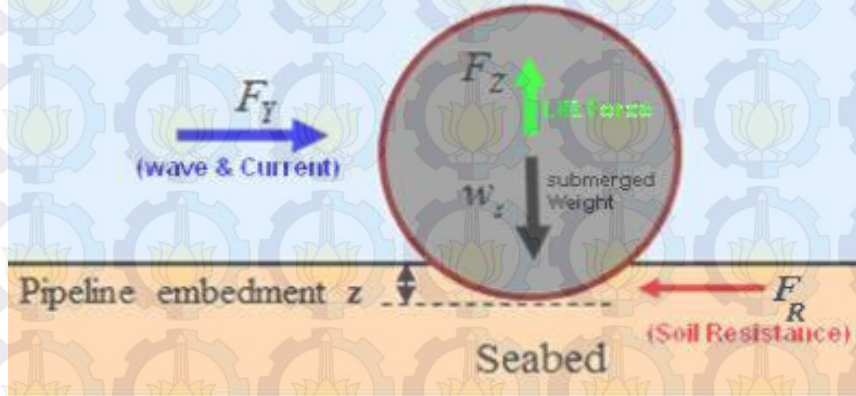
Pipa akan mengalami pemuaian atau ekspansi ketika pipa dialiri oleh fluida yang memiliki suhu yang tinggi. Ketika kondisi operasi pipa akan mengalami ekspansi menuju ujung akhir dari pipa yang disebabkan oleh temperatur dan tekanan pada pipa. Hal ini mengakibatkan tahanan gesek yang disebabkan oleh tanah dasar laut akan meningkat dan mengakibatkan gaya axial yang berlawanan dengan arah ekspansi meningkat. Kemudian pipa mengalami gaya kompresif axial efektif. Gaya efektif ini akan terus meningkat sampai mencapai keseimbangan.

Keseimbangan gaya antara gaya axial dan tahanan gesek dapat tercapai tergantung dengan besar kecilnya tahanan gesek dari *seabed*. Dalam kasus ini keseimbangan gaya akan terbentuk dan dinamakan *virtual anchor point*. Jika terdapat gesekan yang tetap di sepanjang pipa, maka *virtual anchor point* pada pipa pendek terdapat pada tengah pipa. Kemudian jika terdapat tahanan gesek yang cukup maka dapat menahan regangan akibat temperature dan tekanan pada pipa dan dinamakan pipa panjang. Pada pipa panjang letak *virtual anchor point* terdapat pada ujung pipa. Sehingga ketika pipa mengalami ekspansi thermal, pipa akan ditahan oleh tahanan gesek dari *seabed*.

2.2.3 Perhitungan Berat Terendam Pipa

Dalam mendesain berat terendam pipa harus memperhitungkan kondisi lingkungan yang ada seperti gelombang, arus, gaya hidrodinamis dan faktor-faktor yang lainnya. Sesuai dengan DNV RP F109 beban arus dan gelombang harus dikombinasikan yaitu:

1. Kombinasi 100 tahun gelombang dan 10 tahun arus.
2. Kombinasi 10 tahun gelombang dan 100 tahun arus.



Gambar 2.2 Submerged Weight (Pricilia, 2009)

Pada tugas akhir ini pipa didesain pada perairan tertutup sehingga harus menggunakan JONSWAP *spectrum* untuk mentransformasikan gelombang permukaan ke arus. Rumus yang diberikan yaitu:

$$S_{nn}(\omega) = \alpha \cdot g^2 \cdot \omega^{-5} \cdot \exp\left(-\frac{5}{4}\left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^{-4}\right) \cdot \gamma^{\exp\left(-0.5\left(\frac{\omega-\omega_p}{\sigma\omega_p}\right)^2\right)} \quad (2.2)$$

$$\alpha = \frac{5}{16} \cdot \frac{H_s^2 \cdot \omega_p^4}{g^2} \cdot (1 - 0.287 \cdot \ln \gamma) \quad (2.3)$$

$$\sigma = \begin{cases} 0.07 & \text{jika } \omega \leq \omega_p \\ 0.09 & \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\gamma = \begin{cases} 5.0 & \varphi \leq 3.6 \\ \exp(5.75 - 1.15\varphi) & 3.6 < \varphi < 5.0; \\ 1.0 & \varphi \geq 5.0 \end{cases} \quad \varphi = \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

α = Generalised Philips constant

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

ω = Frekuensi gelombang (rad)

ω_p = Peak wave frequency (rad)

γ = Peak enhancement factor

σ = Spectral width parameter

T_p = Peak Period (s)

H_s = Tinggi gelombang Significant (m)

Menurut DNV RP F109 untuk mentransformasikan kecepatan gelombang permukaan ke kecepatan arus menggunakan rumus berikut:

$$S_{UU}(\omega) = G^2(\omega) \cdot S_{nn}(\omega) \quad (2.6)$$

Dengan G memiliki fungsi mengubah elevasi permukaan laut menjadi kecepatan dari aliran gelombang induksi dasar laut, dan dirumuskan sebagai berikut:

$$G(\omega) = \frac{\omega}{\sinh(k \cdot d)} \quad (2.7)$$

$$\frac{\omega^2}{g} = k \cdot \tanh(k \cdot d) \quad (2.8)$$

$$U_s = 2\sqrt{M_0} \quad (2.9)$$

$$T_u = 2\pi \sqrt{\frac{M_0}{M_2}} \quad (2.10)$$

$$T_n = \sqrt{\frac{d}{g}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

k = angka gelombang

U_s = kecepatan aliran tegak lurus pipa (m/s)

T_u = mean zero upcrossing period (s)

T_n = periode referensi (s)

Kemudian setelah mentransformasikan gelombang permukaan menjadi arus dilanjutkan mencari kecepatan arus dan kecepatan gelombang yang tegak lurus dengan pipa:

$$k_U = \frac{U^*}{U_s} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln \tau} + \frac{0.5772}{\sqrt{2 \cdot \ln \tau}} \right) \quad (2.12)$$

$$U^* = U_s \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln \tau} + \frac{0.5772}{\sqrt{2 \cdot \ln \tau}} \right) \quad (2.13)$$

$$k_T = \frac{T^*}{T_u} = \begin{cases} k_t - 5 \cdot (k_t - 1) \cdot T_n/T_u & \text{for } T_n/T_u \leq 0.2 \\ 1 & \text{for } T_n/T_u > 0.2 \end{cases} \quad (2.14)$$

$$k_t = \begin{cases} 1.25, \gamma = 1.0 \\ 1.21, \gamma = 3.3 \\ 1.17, \gamma = 5.0 \end{cases} \quad (2.15)$$

Keterangan :

k_U = rasio antara desain osilasi dengan desain spektra

U^* = kecepatan akibat transformasi gelombang menjadi arus (m/s)

τ = angka osilasi di desain spektra

k_T = rasio antara periode desain osilasi dengan desain spektra

T^* = periode untuk desain osilasi (s)

Menurut DNV RP F109, tanah yang diasumsikan berjenis clay. Kemudian jika sudut datang arus tidak diketahui maka diasumsikan arus datang tegak lurus dengan pipa. Sehingga kecepatan arus dapat dirumuskan dengan rumus berikut:

$$V(z) = V(z_r) \frac{\ln(z+z_0) - \ln z_0}{\ln(z_r+z_0) - \ln z_0} \sin \theta \quad (2.16)$$

$$V_c = V_c(z_r) \cdot \left(\frac{\left(1 + \frac{z_0}{D}\right) \cdot \ln\left(\frac{D}{z_0} + 1\right) - 1}{\ln\left(\frac{z_r}{z_0} + 1\right)} \right) \cdot \sin \theta \quad (2.17)$$

$$V^* = V(z) / V_c \quad (2.18)$$

Keterangan :

z_r = ketinggian pengukuran di atas seabed (m)

z = elevasi diatas seabed (m)

z_0 = *bottom roughness parameter* (m)

V^* = kecepatan arus tegak lurus pipa (m/s)

Untuk gaya hidrodinamis, menurut DNV RP F109 dapat digolongkan sesuai arah gaya. Dimana untuk mencari koefisien beban arah horizontal (C_Y^*) dan vertikal (C_Z^*). Faktor yang berpengaruh adalah (M^*) serta (K^*), seperti dirumuskan :

$$M^* = V^* / U^* \quad (2.19)$$

$$K^* = \frac{U^* T^*}{D} \quad (2.20)$$

Keterangan :

M^* = rasio kecepatan osilasi

K^* = *Keulegan-Carpenter Number*

Kemudian setelah mendapatkan koefisien arah vertikal dan horizontal maka dapat menghitung beban akibat gaya searah vertikal dan hirizontal dengan memperhitungkan beban akibat penetrasi, berikut rumus yang diberikan:

$$F_Y^* = r_{tot,y} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D \cdot C_Y^* \cdot (U^* + V^*)^2 \quad (2.21)$$

$$F_Z^* = r_{tot,z} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot D \cdot C_Z^* \cdot (U^* + V^*)^2 \quad (2.22)$$

$$r_{tot,y} = r_{pen,y} = 1.0 - 1.4 \cdot \frac{z_p}{D} \quad (2.23)$$

$$r_{tot,z} = r_{pen,z} = 1.0 - 1.3 \cdot \left(\frac{z_p}{D} - 1 \right) \quad (2.24)$$

Keterangan :

D = diameter terluar pipa termasuk coating (m)

C_Y^* = koefisien beban arah horizontal

C_Z^* = koefisien beban arah vertikal

z_p = kedalaman penetrasi (m)

$r_{pen,y}$ = beban reduksi searah horizontal

$r_{pen,z}$ = beban reduksi searah vertikal

F_Z^* = beban searah vertikal

F_Y^* = beban searah horizontal

Setelah didapatkan beban sesuai dengan kriteria maka didapatkan berat terendam pipa (*Submerged weight*) berikut rumus yang diberikan:

$$W_{s,necessary} = \frac{\gamma_{sc}(F_Y^* + \mu F_Z^*) - F_R}{\mu} \quad (2.25)$$

Keterangan :

γ_{sc} = *safety factor class*

μ = koefisien gesekan jenis tanah

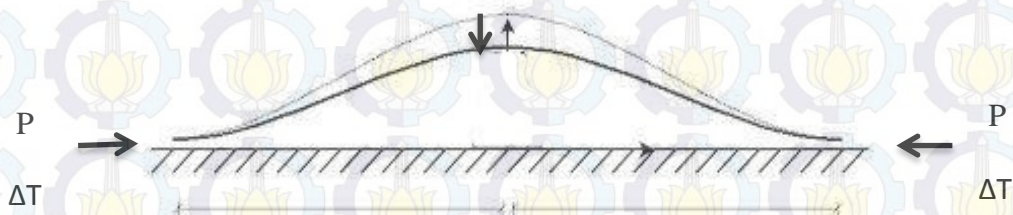
2.2.4 Pipeline Walking

Pipeline Walking adalah suatu fenomene dimana pipa ketika *start up* mengalami pemuaian dan kemudian pada kondisi *shutting down* pipa akan mengalami penyusutan menuju ke posisi awal tetapi karena ada gaya gesek tanah yang menahan, maka pipa tidak bisa kembali kebentuk semula. Pipa juga mengalami perubahan temperature yang disebabkan oleh perubahan siklus ketika kondisi *start up* dan *shutting down*. Ketika pipa diletakkan di dasar laut dan dipanaskan oleh fluida panas yang mengalir dalam pipa, pipa cenderung berkembang, ekspansi tersebut ditentang oleh gaya gesekan yang dihasilkan dengan adanya kontak dengan dasar laut (Alves et al, 2012). Pada kondisi *shutting down*, pipa mengalami penurunan tekanan dan suhu sehingga pipa mengalami penyusutan,

dalam proses ini tahanan gesek akan meningkat dengan demikian menentang gerakan penyusutan pipa (Tveramo, 2013).

Ketika kejadian ini dibiarkan terus-menerus maka akan mengakibatkan kegagalan terhadap pipa. Menurut Carr et al (2006) *pipeline walking* dapat mengakibatkan:

1. Tekanan yang berlebihan pada koneksi pipa seperti *spool / jumper*
2. Hilangnya tension dalam steel catenary riser
3. Menyebabkan *lateral buckling*
4. Menyebabkan peningkatan tegangan karena *lateral buckling*



Gambar 2.3 Pipeline walking

2.2.5 Regangan Poisson

Regangan poisson merupakan hasil dari tegangan melingkar disepanjang pipa sehingga mengakibatkan pipa meluas. Persamaan dari regangan poisson sebagai berikut:

$$\epsilon_v = \frac{P_{in} D_i - P_o D_o}{2 t_2 E} \quad (2.26)$$

dengan,

P_{in} = Pressure internal (N/m²)

P_o = Pressure eksternal (N/m²)

D_i = Diameter internal (m)

D_o = Diameter luar (m)

E = Modulus young (Pa)

t_2 = Wall thickness = $t_{nom} - t_{corr}$ (m)

2.2.6 Regangan End Cap

Regangan ini diakibatkan oleh tekanan internal yang disebabkan oleh aliran fluida dalam pipa. Regangan ini terjadi pada bagian akhir pipa yang tersambung dengan belokan. Persaman regangan yang terdapat pada pipa yaitu:

$$\epsilon_E = \frac{\pi [P_{in} D_i^2 - P_o D_o^2]}{4 EA} \quad (2.27)$$

dengan,

P_{in} = Pressure internal (N/m²)

P_o = Pressure eksternal (N/m²)

D_i = Diameter internal (m)

D_o = Diameter luar (m)

E = Modulus young (Pa)

A = Cross sectional area (m²)

2.2.7 Regangan Temperature

Temperatur lingkungan yang terdapat pada dasar laut jauh lebih dingin dibanding temperatur yang terdapat pada dalam pipa. Peningkatan temperatur dapat terjadi jika pipa sudah dialiri oleh fluida yang temperaturnya jauh lebih panas dibanding temperatur lingkungan. Hal ini dapat menimbulkan regangan yang menjadi dasar dari ekspansi. Rumusnya yaitu:

$$\epsilon_T = \alpha_t \Delta T \quad (2.28)$$

dengan,

α_t = Koefisien termal

ΔT = Perubahan temperature = $T_{desain} - T_{instalasi}$ (C⁰)

Regangan total yang terjadi pada pipa adalah:

$$\epsilon_{total} = \epsilon_E + \epsilon_V + \epsilon_T \quad (2.29)$$

2.2.8 Gaya Aksial

Pada kejadian *buckling* gaya yang menyebabkan adalah gaya aksial efektif yang terdapat pada pipa. Gaya aksial ini bekerja pada sumbu pipa sehingga mengakibatkan defleksi. Gaya aksial dipengaruhi oleh ekspansi termal. Berikut ini gaya aksial efektif yang bekerja pada pipa:

$$F_{ax} = -P_i A_i + v \sigma_h \cdot A_s - E \alpha_t (T_2 - T_1) \cdot A_s \quad (2.30)$$

dengan,

F_{ax} = Gaya aksial efektif (N)

P_i = Tekanan internal (Mpa)

σ_h = Tegangan hoop (Mpa)

E = Modulus Young (Mpa)

α_t = Koefesien ekspansi termal

T_2 = Temperature internal ($^{\circ}C$)

T_1 = Temperature eksternal ($^{\circ}C$)

A_i = Luas penampang internal

A_s = Luas potongan melintang pipa

2.2.9 Critical Buckling Load

Pada masa operasinya pipa akan mendapatkan berbagai macam beban. Salah satunya adalah beban kritis. Maka dari itu beban kritis pada pipa harus dihitung.

Berikut ini rumus yang diberikan pada pipa:

$$P_{cr} = \frac{(1+CSF)C_2 \pi^2 EI}{L_e^2} \quad (2.31)$$

dengan,

CSF = Concrete stifnes factor

E = Modulus young

L_e = Panjang efektif

2.2.10 Internal Overpressure

Pipa ketika mengalami kombinasi pembebanan akibat mornen bending dan gaya aksial pada saat operasi harus dicek untuk memenuhi syarat kekuatan. Pipa akan mengalami *Internal Overpressure* saat tekanan internal pipa melebihi tekanan eksternal maksimum yang terjadi pada luar pipa. Berdasarkan *code* DNV OS-F101 pengecekan *buckling* dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\left(\gamma_{sc} \gamma_m \left(\frac{|M_d|}{\alpha_c M_p(t_2)} \right) + \gamma_{sc} \gamma_m \left(\frac{S_d(P_i)}{\alpha_c S_p(t_2)} \right)^2 \right)^2 + \left(\alpha_p \left(\frac{p_i - p_e}{P_b(t_2) \alpha_c} \right) \right)^2 \leq 1 \quad (2.32)$$

dengan,

$$\begin{aligned} M_d &= \text{Momen Bending Desain} \quad (\text{Nm}) \\ &= \frac{((W_s^2 + (f_y + f_z)^2) L_p^2}{C} \quad (2.33) \end{aligned}$$

$$S_d = \text{Gaya Aksial Efektif Desain} \quad (\text{N})$$

$$M_p = \text{Tahanan Momen Plastis} \quad (\text{Nm})$$

$$S_p = \text{Tahanan Aksial Plastis} \quad (\text{N})$$

$$P_b = \text{Tahanan bursting}$$

$$\begin{aligned} \alpha_c &= \text{flow stress parameter} \\ &= (1 - \beta) + \beta \frac{f_u}{f_y} \quad (2.34) \end{aligned}$$

$$\beta = \frac{60 - D/t}{90} \quad (2.35)$$

$$\alpha_p = \text{faktor tekanan untuk combined loading criteria}$$

$$\gamma_m = \text{Material Resistance Factor}$$

$$\gamma_{sc} = \text{Safety class Resistance Factor}$$

$$f_y = \text{Batas leleh Baja}$$

$$D = \text{Diameter Luar}$$

$$t_2 = \text{Nominal Wall thickness}$$

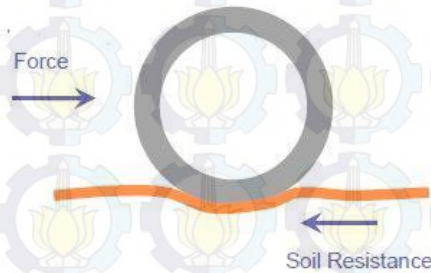
2.2.11 Tahanan Gesek

Tahanan yang terdapat pada pipa disebabkan oleh adanya tanah yang menahan pipa akibat pipa mengalami ekspansi. Pipa offshore akan selalu mendapat tahanan gesek karena pipa langsung berhubungan dengan tanah yang berada didasar laut. Berikut ini rumus dari tahanan gesek yang diberikan:

$$F_f = \mu \left[\frac{\pi}{2} \cdot \rho_b \cdot g \cdot H_b \cdot D_t \cdot (1 + K_o) + (W_s - \rho_b \cdot g \cdot \frac{\pi D_t^2}{4}) \right] \quad (2.36)$$

dengan,

- W_s = Submerged weight
- H_b = Kedalaman penimbunan
- ρ_b = Massa jenis tanah
- K_o = *coefficient of lateral soil stress*



Gambar 2.4 Gaya friksi (Pricilia, 2009)

2.2.12 Perhitungan *Virtual Anchor Point*

Pipa akan mengalami gesekan dengan tanah ketika pipa tersebut mengalami ekspansi. Gesekan yang terjadi di pengaruhi oleh kekasaran dari tanah. Penentuan dari *anchor point* dapat ditentukan dengan menggunakan persepsi penyamaan gaya yang digunakan pada gaya gesekan permukaan. Jika gesekan tanah setara dengan laju pipa, maka gesekan tanah akan menahan laju pipa (Bai,2005). Berikut ini adalah rumus yang diberikan:

$$L_A = \frac{\epsilon_{tot} \cdot A_s \cdot E}{F_f} \quad (2.37)$$

dengan,

L_A	= Virtual anchor length	(m)
A_S	= Cross sectional area of steel	(m ²)
E	= Young's modulu of steel	(Pa)
F_f	= Frictional resistance	(kg/m)
ϵ_{tot}	= Strain due to internal pressure and temperature	

$$\epsilon_{tot} = \epsilon_E + \epsilon_V + \epsilon_T \quad (2.38)$$

dengan,

ϵ_E = Strain due to end cap effect

ϵ_V = Strain due to poisson's effect

ϵ_T = Strain due to temperature effect

2.2.13 Pengaruh Kemiringan Seabed

Kemiringan seabed sangat mempengaruhi laju ekspansi, pada tugas akhir ini kemiringan seabed dapat dilambangkan dengan (α_s). Jika kemiringan semakin curam maka laju *walking* semakin besar.



Gambar. 2.5 Seabed Slope (Tveramo,2013)

Pada gambar diatas dijelaskan bahwa lambang seabed slope dengan (ϕ), tetapi dalam tugas akhir ini kemiringan seabed dilambangkan dengan (α_s).

2.2.14 Laju Walking Setiap Satu Siklus

Walking setiap satu siklus merupakan nilai perpanjangan yang dimiliki oleh pipa akibat ekspansi dan gaya gesek tanah setiap satu siklusnya. Hal pertama untuk mencari walking setiap satu siklus adalah dengan menentukan letak *virtual anchor*

point. Kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai axial force dan axial strain. Pada fenomena *pipeline walking* ini letak *virtual anchor point* terdapat pada dua bagian yaitu pada bagian *hot end* dan *cold end*. Untuk menganalisa laju walking antara dua bagian tersebut diberikan rumus dibawah ini:

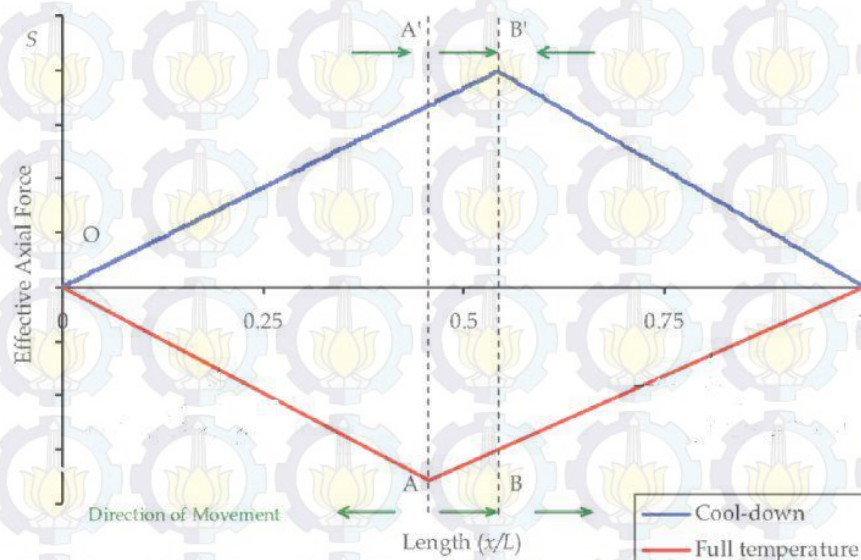
$$X_{ab} = \frac{L \tan \alpha_s}{\mu a} \quad (2.39)$$

dengan,

L = Panjang pipa (m)

α_s = Sudut kemiringan *seabed*

μa = Axial friction factor



Gambar 2.6 Ilustrasi *Pipeline walking* ketika *heat up* dan *cool down* (Tveramo,2013)

Pipa mengalami perubahan gaya axial pada bagian yang dibatasi oleh *virtual anchor point*. Maka dari itu perlu dihitung perubahan gaya axial yang terdapat pada bagian tersebut. Untuk mencari perubahan gaya axial tersebut diberikan rumus,

$$\Delta S_s = -W_s L (\mu \cos \alpha - |\sin \alpha|) \quad (2.40)$$

dengan,

W_s = Berat pipa (kg/m)

μ = Koefisien gesekan

Setelah didapatkan perubahan gaya axial di daerah yang dibatasi oleh *virtual anchor* di poin a (*hot end*) dengan *virtual anchor* di poin b (*cold end*). Maka selanjutnya perlu dicari perubahan gaya axial di sepanjang pipa dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\Delta F = -(p_i - p_o) A_i (1 - 2\nu) - E A_s k (T_2 - T_1) \quad (2.41)$$

dengan,

p_i = Tekanan internal (N/m²)

E = Modulus young (N/m²)

A_i = Cross sectional area pipa dari internal diameter (m²)

ν = Poisson rasio

k = Koefisien ekspansi thermal (1/°C)

T = Temperature operasi (1/°C)

Pipa akan mengalami perubahan regangan axial akibat adanya perubahan gaya axial di sepanjang pipa. Maka dari itu perlu dihitung perubahan regangan yang searah axial. Berikut ini rumus perubahan regangan searah axial:

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta S_s - \Delta F}{E A} \quad (2.42)$$

dengan,

ΔS_s = Perubahan gaya axial pada daerah yang dibatasi oleh *virtual anchor* di poin a dan poin b

ΔF = Perubahan gaya axial disepanjang pipa

E = Modulus youeng (N/m²)

A = Cross sectional area (m²)

Regangan pada pipa yang diakibatkan oleh temperatur fluida didalam pipa mengakibatkan pipa mengembang. Kemudian pada saat kondisi *shutting down* pipa akan mengalami penyusutan menuju ke posisi semula. Kemudian selama proses penyusutan terjadi proses tersebut dihalangi oleh gaya gesek tanah sehingga pipa tidak bisa kembali ke bentuk sempurna kejadian ini dinamakan *pipeline walking*. Untuk mencari nilai dari *walking* setiap satu siklus yaitu dengan rumus dibawah ini:

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta S_s - \Delta P}{E A} \cdot X_{ab} \quad (2.43)$$

Sehingga,

$$\Delta\alpha = \frac{[|\Delta P| + W L |\sin \alpha| - W_s L \mu_a \cos \alpha] L \tan \alpha}{\mu_a E A} \quad (2.44)$$

dengan,

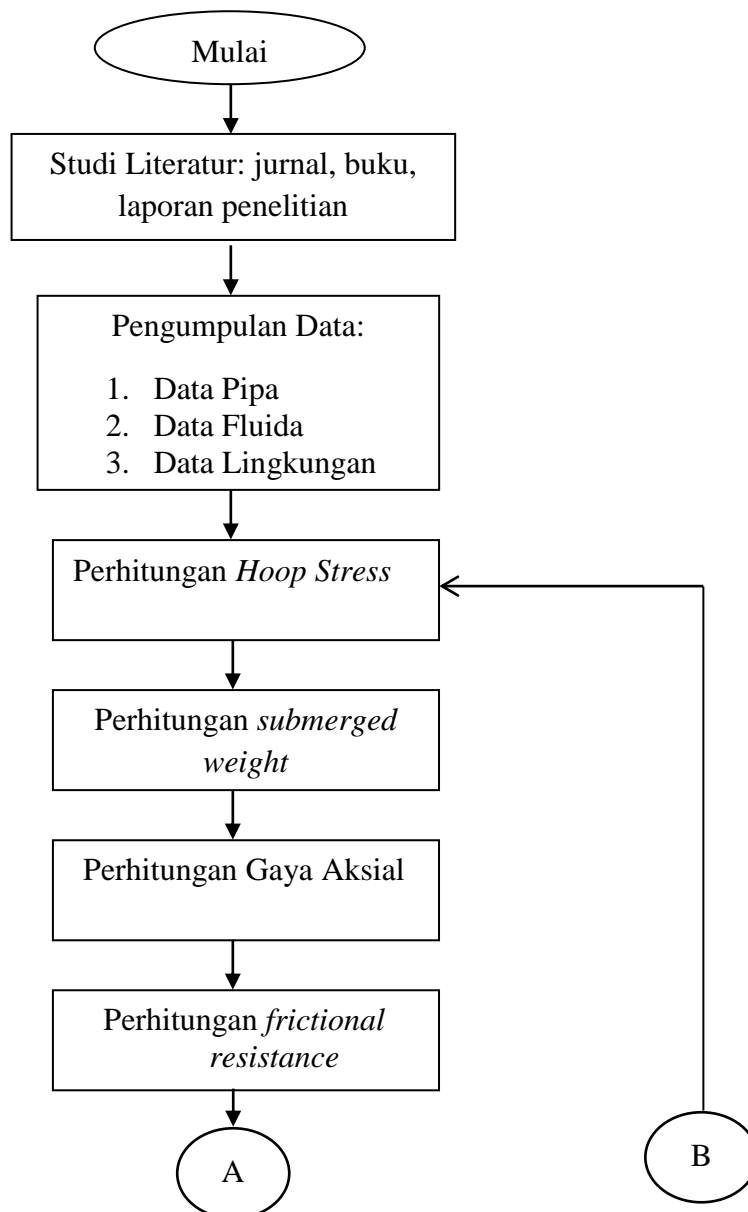
$\Delta\alpha$	= Walking per cycle	(m)
ΔP	= Perubahan gaya axial	
W_s	= Berat terendam pipa	(Kg/m)
L	= Panjang pipa	(m)
E	= Modulus young	(Pa)
A	= Cross sectional area of steel	(m ²)
α_s	= Angel of seabed	
μ_a	= Friction factor	

BAB III

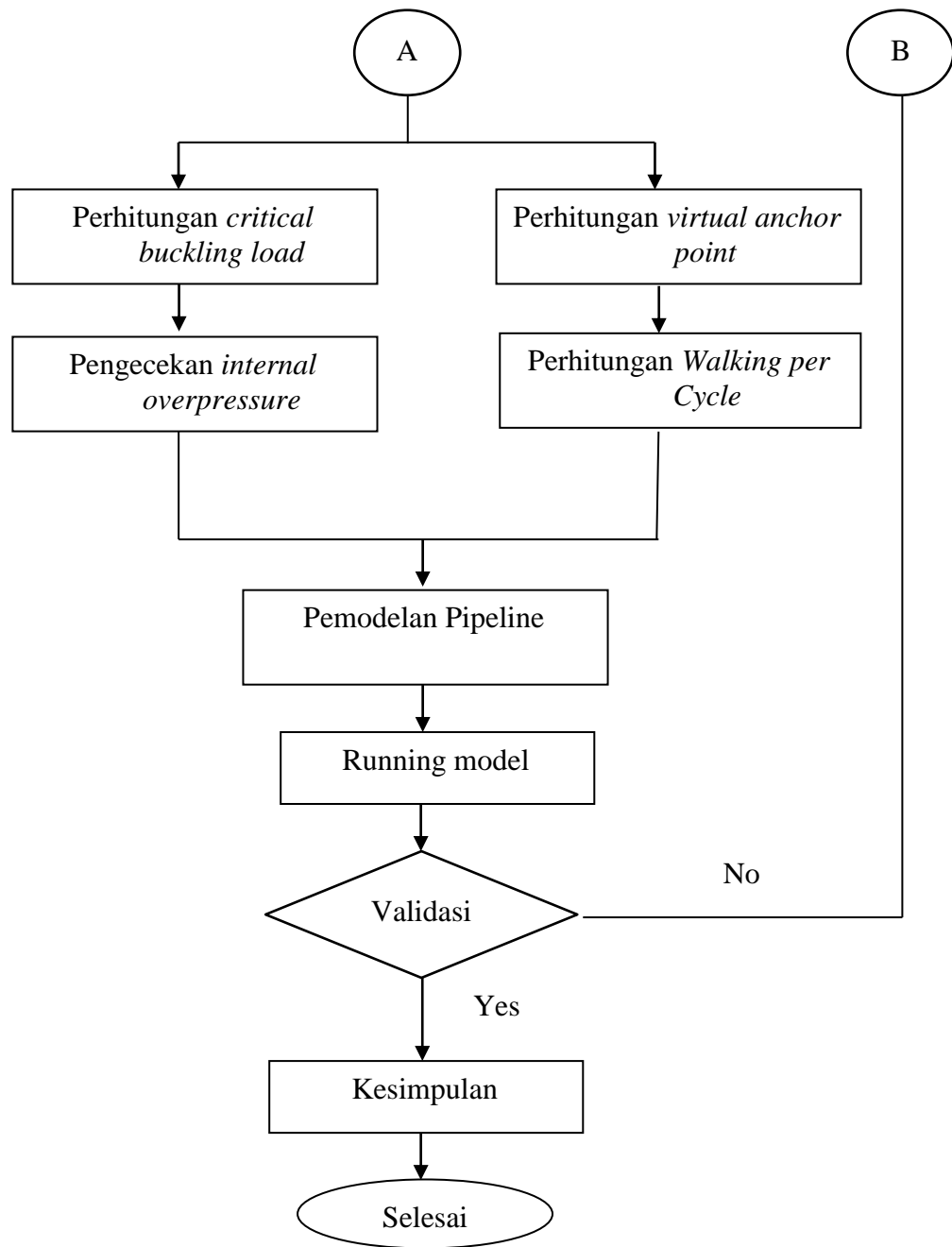
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pengerjaan tugas akhir ini dikerjakan dengan menggunakan metode yang banyak, oleh karena itu dibuatlah diagram alir untuk menjelaskan metode tersebut. Gambar 3.1 adalah bentuk dari diagram alir yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini:



Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir



Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir (lanjutan)

Berikut ini adalah penjelasan diagram alir pengerjaan tugas akhir pada Gambar 3.1, penjelasanya sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan literatur-literatur yang berkaitan dengan pengerjaan tugas akhir ini. Hal ini perlu dilakukan agar kita dapat memahami pengerjaan tugas akhir ini dan menambah wawasan tentang permasalahan tersebut. Literatur yang digunakan bisa berupa code, jurnal, buku teks dan media elektronik. Kemudian dilanjutkan dengan mempelajari software pendukung pengerjaan tugas akhir ini.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data ini sangat penting dilakukan karena merupakan hal pokok dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pengumpulan data ini dilakukan melalui beberapa sumber. Berikut ini adalah data-data yang digunakan untuk pengerjaan tugas akhir :

- a. Data pipa berupa diameter pipa, panjang pipa, design operasi, tekanan operasi, tempertur operasi dll.
- b. Data lingkungan berupa tempertur lingkungan, kedalaman laut.
- c. Data fluida berupa density fluida, konduktivitas thermal fluida, viskositas fluida, laju massa aliran fluida, dll .
- d. Data material pipa berupa tipe material, SMYS, tebal pipa, modulus young, dll.

3. Perhitungan *Submerged weight*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui berat terendam pipa sesuai dengan kondisi lingkungan dimana pipa beroperasi. Pada perhitungan *submerged wiegt* menggunakan code DNF RP F109.

4. Perhitungan gaya aksial

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar gaya secara aksial yang bekerja pada pipa. Gaya aksial ini dipengaruhi oleh ekspansi yang diakibatkan termal yang berasal dari fluida didalam pipa.

5. Analisa *buckling*

Analisa ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan *critical buckling load* apakah melebihi dari nilai gaya friksi tanah. Kemudian dilakukan

pengecekan apakah pipa mengalami *buckling* atau tidak dengan menggunakan persamaan yang ada di *code* DNV OS-F101.

6. Penentuan *Virtual Anchor Point*

Penentuan *Virtual Anchor Point* perlu dilakukan untuk mencari titik awal mula *pipeline* mengalami *walking*. Penentuan ini dapat dicari dengan cara mencari besar regangan yang terjadi di sepanjang pipa dan besar tahanan gesek yang diakibatkan oleh tanah yang berada di dasar laut.

7. Perhitungan *walking* setiap satu siklus

Perhitungan ini dilaku untuk mencari besar *walking* setiap satu siklus yang digunakan untuk menganalisa *buckling* pada pipa

8. Pemodelan dengan *software*

Pemodelan pada *software* ini bertujuan untuk menganalisa tegangan dan menganalisa apakah pipa mengalami *lateral buckling* yang diakibatkan oleh fenomena *pipeline walking*. Pemodelan ini dilakukan dengan pengimputan data awal yang sudah didapatkan. Kemudian setelah analisa selesai dilakukan maka perlu melakukan validasi terhadap tegangan dan displacement serta validasi *lateral buckling* yang terjadi pada pipa.

9. Kesimpulan dan Saran

Pada bagian ini akan didapatkan kesimpulan yang berasal dari penelitian yang diangkat dalam tugas akhir ini, serta akan didapatkan saran-saran untuk melakukan penelitian yang lebih kompleks

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data-Data

Pada penelitian ini pipa yang akan dianalisa terletak di wilayah laut Jawa. Pipa ini merupakan pipa penyalur fluida dari sumur menuju platform. Karena kondisi lingkungan dan masa operasi, pipa dapat mengalami ekspansi dan mengakibatkan *pipeline walking* sampai akhirnya menjadi *buckling*. Ekspansi pipa dapat diakibatkan oleh perbedaan suhu fluida yang ada didalam pipa. Pipa yang dianalisa memiliki panjang 14 km dan terbagi menjadi 14 zona yang dinamakan kilometer point. Pada tugas akhir ini pipa mengalami enam kali siklus (1 siklus = 1x start up – 1x shut down). Enam siklus yang terjadi menyatakan bahwa setiap dua bulan dalam satu tahun pipa akan mendapatkan maintance. Berikut ini data-data yang diberikan:

4.1.1 Data Properti Pipa

Data properti pipa yang digunakan dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Data properti pipa

<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Pipe Direction</i>	θ	90	deg
<i>Outer Steel Diameter</i>	OD	0,3239	m
<i>Steel Thickness</i>	t_{steel}	0,0254	m
<i>Coating Thickness</i>	t_{coat}	0,004	m
<i>Concrete Thickness</i>	t_{concrete}	0,04	m
<i>Diameter total</i>	D	0,4099	m
<i>Water Density</i>	ρ_{water}	1025	kg/m ³
<i>Steel Density</i>	ρ_{steel}	7850	kg/m ³
<i>Concrete Density</i>	ρ_{concrete}	3044	kg/m ³
<i>Content Density</i>	ρ_{content}	38,5	kg/m ³

<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Coating Density</i>	pcoating	1281,5	kg/m ³
<i>Gravitation</i>	g	9,81	m/s ²
<i>Specified Minimum Yield Stress (SMYS)</i>	SMYS	360	Mpa
<i>Specified Minimum Tensile Strength (SMTS)</i>	SMTS	460	Mpa

4.1.2 Data Soil

Data tanah yang digunakan dalam tugas akhir ini sesuai dengan data tanah pada Tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Data soil

<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Soil</i>	Clay		
<i>Bottom Roughness</i>	z_0	5E-06	silt and clay
<i>Seabed Grain Size</i>	d ₅₀	0,0625	mm
<i>Reduction Factor, Permeable Seabed</i>	τ_{perm}	1	
<i>Friction Coefficient</i>	μ	2,2	
<i>Dry Unit Soil Weight</i>	Y_s	1835,49	N/m ³
<i>Undrained Shear Strength</i>	Su	10000	N/m ³

4.1.3 Data Lingkungan

Dalam mendesain pipa data lingkungan sangat diperlukan karena data tersebut sangat mempengaruhi kekuatan dari pipa tersebut. Tabel 4.3 dan 4.4 adalah data lingkungan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir:

Tabel 4.3 Data lingkungan

<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Spectral Spreading Exponent</i>	S		
<i>Reference Current Height</i>	zr	1	m
<i>Water Depth</i>	d	41,9	m
<i>Peak Enhancement Factor</i>	Ys		
<i>Storm Duration</i>	Tstorm	3	hours

Tabel 4.4 Data arus gelombang

<i>Wave Current Data</i>	<i>1 year</i>	<i>10 year</i>	<i>100 year</i>
Hs (m)	1,8	2,8	3,6
Ts(s)	6,3	7,1	7,8
Tp(s)	6,3	7,8	9
Uc 10% (m/s)	0,62	0,78	0,93

4.1.4 Data Operasional Pipa

Tabel 4.5 adalah data dari operasional pipa:

Tabel 4.5 data operasional pipa

<i>Description</i>	<i>Symbol</i>	<i>Value</i>	<i>Unit</i>
<i>Max. Operating Pressure</i>	P	6,55	MPa
<i>Operating Temperature</i>	T _o	57	⁰ C
<i>Instalation Temperature</i>	T _i	21	⁰ C
<i>Thermal Coefecient</i>		1,17 x 10 ⁻⁵	1/ ⁰ C

4.2 Perhitungan Hoop Stress

Pada saat pipa beroperasi, tegangan ini perlu diperhatikan ketika mendesain pipa. Tegangan ini memiliki batas maksimal, jika ketika pipa beroperasi tegangan melebihi tegangan hoop stress maka pipa akan mengalami kegagalan. Dengan melihat persamaan (2.1) yang terdapat pada bab II maka nilainya sebesar $1,17 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.

4.3 Perhitungan Submerged Weight

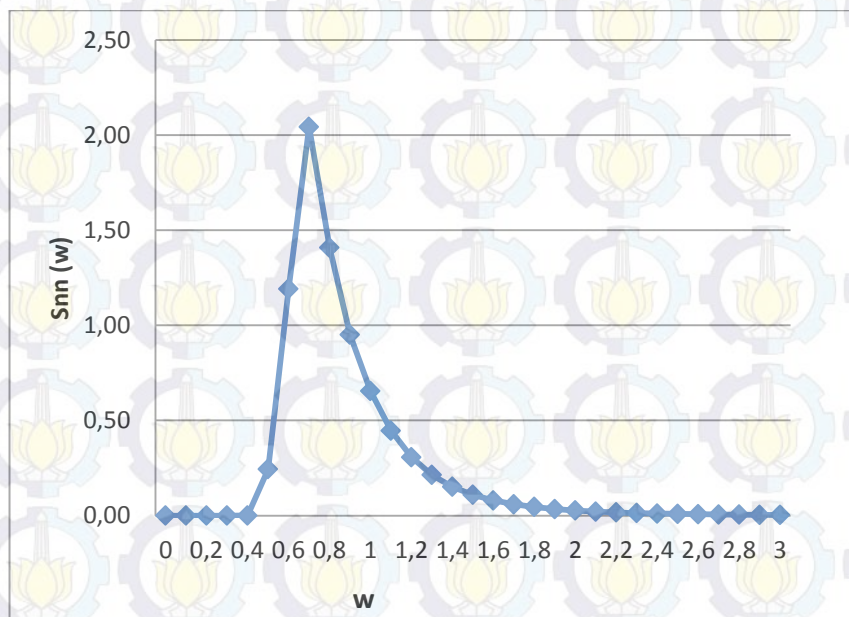
Dalam tugas akhir ini perhitungan berat terendam pipa memperhitungkan kondisi lingkungan dimana pipa diinstall. Dalam perhitungan ini pertama-tama yaitu mentransformasikan gelombang permukaan ke arus dengan menggunakan JONSWAP *spectrum*. Berdasarkan rumus yang tersedia pada BAB II maka perhitungan ini menghasilkan:

- Menghitung spektra gelombang $S(\omega)$

Tabel 4.6 Data hasil perhitungan $S_{nn}(\omega)$

No	ω	ωp	γ	σ	$S_{nn}(\omega)$	FS	m_0	m_1	m_2	m_4
1	0	0,70	1,3	0,07	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	0,70	1,3	0,07	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,2	0,70	1,3	0,07	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,3	0,70	1,3	0,07	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,4	0,70	1,3	0,07	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,5	0,70	1,3	0,07	0,24	4,00	0,97	0,49	0,24	0,06
7	0,6	0,70	1,3	0,07	1,19	2,00	2,38	1,43	0,86	0,31
8	0,7	0,70	1,3	0,09	2,04	4,00	8,17	5,72	4,00	1,96
9	0,8	0,70	1,3	0,09	1,41	2,00	2,82	2,25	1,80	1,15
10	0,9	0,70	1,3	0,09	0,95	4,00	3,80	3,42	3,08	2,49
11	1	0,70	1,3	0,09	0,65	2,00	1,31	1,31	1,31	1,31
12	1,1	0,70	1,3	0,09	0,45	4,00	1,79	1,96	2,16	2,61
13	1,2	0,70	1,3	0,09	0,31	2,00	0,61	0,74	0,88	1,27
14	1,3	0,70	1,3	0,09	0,21	4,00	0,86	1,11	1,44	2,44
15	1,4	0,70	1,3	0,09	0,15	2,00	0,30	0,42	0,59	1,16
16	1,5	0,70	1,3	0,09	0,11	4,00	0,44	0,66	0,98	2,21
17	1,6	0,70	1,3	0,09	0,08	2,00	0,16	0,26	0,41	1,05
18	1,7	0,70	1,3	0,09	0,06	4,00	0,24	0,41	0,69	2,00

No	ω	ωp	γ	σ	$Snn(\omega)$	FS	m_0	m_1	m_2	m_4
19	1,8	0,70	1,3	0,09	0,05	2,00	0,09	0,16	0,29	0,95
20	1,9	0,70	1,3	0,09	0,03	4,00	0,14	0,26	0,50	1,81
21	2	0,70	1,3	0,09	0,03	2,00	0,05	0,11	0,22	0,86
22	2,1	0,70	1,3	0,09	0,02	4,00	0,08	0,18	0,37	1,65
23	2,2	0,70	1,3	0,09	0,02	2,00	0,03	0,07	0,16	0,79
24	2,3	0,70	1,3	0,09	0,01	4,00	0,05	0,12	0,29	1,52
25	2,4	0,70	1,3	0,09	0,01	2,00	0,02	0,05	0,13	0,73
26	2,5	0,70	1,3	0,09	0,01	4,00	0,04	0,09	0,22	1,40
27	2,6	0,70	1,3	0,09	0,01	2,00	0,01	0,04	0,10	0,67
28	2,7	0,70	1,3	0,09	0,01	4,00	0,02	0,07	0,18	1,30
29	2,8	0,70	1,3	0,09	0,01	2,00	0,01	0,03	0,08	0,63
30	2,9	0,70	1,3	0,09	0,00	4,00	0,02	0,05	0,14	1,21
31	3	0,70	1,3	0,09	0,00	2,00	0,01	0,02	0,06	0,58
Σ							24,44	21,44	21,22	34,15

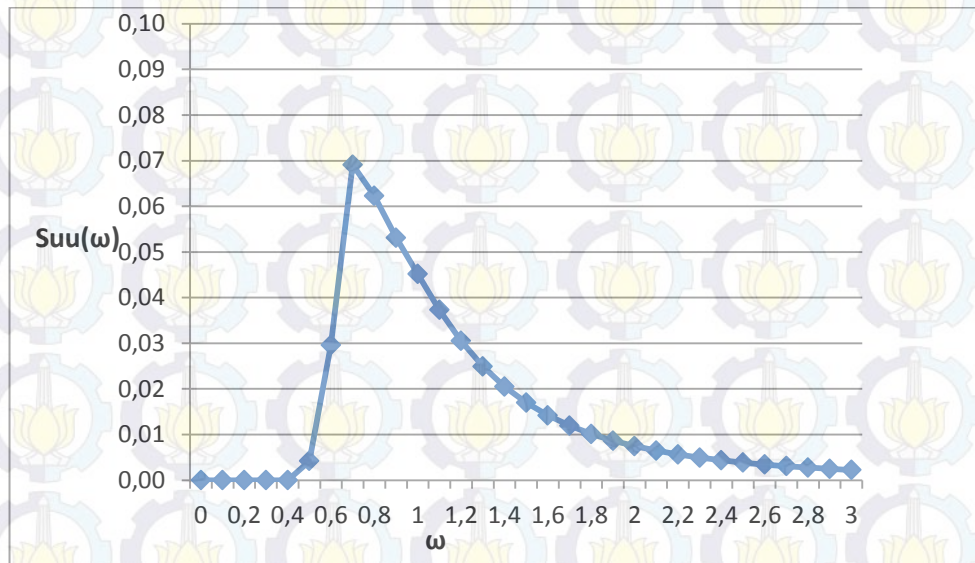


Gambar 4.1 Grafik $Snn(\omega)$

- Menghitung sepektra transformasi gelombang $S_{uu}(\omega)$

Tabel 4.7 Data hasil perhitungan $S_{uu}(\omega)$

No	ω	γ	$G(\omega)$	$(G(\omega))^2$	$S_{nn}(\omega)$	$S_{uu}(\omega)$	FS	m_0	m_1	m_2	m_4
1	0	1,3	0,0000	0,0000	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	1,3	0,0263	0,0007	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,2	1,3	0,0526	0,0028	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,3	1,3	0,0788	0,0062	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,4	1,3	0,1051	0,0110	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,5	1,3	0,1314	0,0173	0,24	0,00	4,00	0,02	0,01	0,00	0,00
7	0,6	1,3	0,1577	0,0249	1,19	0,03	2,00	0,06	0,04	0,02	0,01
8	0,7	1,3	0,1839	0,0338	2,04	0,07	4,00	0,28	0,19	0,14	0,07
9	0,8	1,3	0,2102	0,0442	1,41	0,06	2,00	0,12	0,10	0,08	0,05
10	0,9	1,3	0,2365	0,0559	0,95	0,05	4,00	0,21	0,19	0,17	0,14
11	1	1,3	0,2628	0,0691	0,65	0,05	2,00	0,09	0,09	0,09	0,09
12	1,1	1,3	0,2891	0,0836	0,45	0,04	4,00	0,15	0,16	0,18	0,22
13	1,2	1,3	0,3153	0,0994	0,31	0,03	2,00	0,06	0,07	0,09	0,13
14	1,3	1,3	0,3416	0,1167	0,21	0,02	4,00	0,10	0,13	0,17	0,28
15	1,4	1,3	0,3679	0,1353	0,15	0,02	2,00	0,04	0,06	0,08	0,16
16	1,5	1,3	0,3942	0,1554	0,11	0,02	4,00	0,07	0,10	0,15	0,34
17	1,6	1,3	0,4204	0,1768	0,08	0,01	2,00	0,03	0,05	0,07	0,19
18	1,7	1,3	0,4467	0,1996	0,06	0,01	4,00	0,05	0,08	0,14	0,40
19	1,8	1,3	0,4730	0,2237	0,05	0,01	2,00	0,02	0,04	0,07	0,21
20	1,9	1,3	0,4993	0,2493	0,03	0,01	4,00	0,03	0,07	0,13	0,45
21	2	1,3	0,5256	0,2762	0,03	0,01	2,00	0,01	0,03	0,06	0,24
22	2,1	1,3	0,5518	0,3045	0,02	0,01	4,00	0,03	0,05	0,11	0,50
23	2,2	1,3	0,5781	0,3342	0,02	0,01	2,00	0,01	0,02	0,05	0,26
24	2,3	1,3	0,6044	0,3653	0,01	0,00	4,00	0,02	0,05	0,10	0,55
25	2,4	1,3	0,6307	0,3977	0,01	0,00	2,00	0,01	0,02	0,05	0,29
26	2,5	1,3	0,6569	0,4316	0,01	0,00	4,00	0,02	0,04	0,10	0,60
27	2,6	1,3	0,6832	0,4668	0,01	0,00	2,00	0,01	0,02	0,05	0,31
28	2,7	1,3	0,7095	0,5034	0,01	0,00	4,00	0,01	0,03	0,09	0,65
29	2,8	1,3	0,7358	0,5414	0,01	0,00	2,00	0,01	0,02	0,04	0,34
30	2,9	1,3	0,7620	0,5807	0,00	0,00	4,00	0,01	0,03	0,08	0,70
31	3	1,3	0,7883	0,6215	0,00	0,00	2,00	0,00	0,01	0,04	0,36
Σ								1,47	1,70	2,36	7,56



Gambar 4.2 Grafik perhitungan $S_{uu}(\omega)$

Setelah menghitung $S_{nn}(\omega)$ dan $S_{uu}(\omega)$ maka didapatkan m_0 , m_1 , m_2 dan m_4 masing-masing bernilai sebagai berikut:

$$m_0 = 0,0481$$

$$m_1 = 0,0566$$

$$m_2 = 0,0786$$

$$m_4 = 0,2523$$

Kemudian dilanjutkan dengan mencari kecepatan aliran amplitudo dilanjutkan dengan mencari periode osilasi aliran dengan memasukkan nilai m_0 pada persamaan (2.9) dan memasukkan m_0 dan m_2 pada persamaan (2.10) yang terdapat pada Bab II. Berikut ini adalah hasil dari kecepatan aliran amplitudo U_s dan periode osilasi T_u :

$$2\sqrt{M_0} = 0,44 \text{ m/s}$$

$$2\pi \sqrt{\frac{M_0}{M_2}} = 4,95 \text{ s}$$

Setelah mendapatkan hasil diatas, langkah selanjutnya yaitu mencari menghitung asumsi teori gelombang linier T_n . Berikut ini adalah hasil dari gelombang linier:

$$\sqrt{\frac{d}{g}} = 2,7 \text{ s}$$

Kemudian dilanjutkan mencari rasio antara kecepatan desain osilasi dengan desain spektra k_U dan mencari periode rasio desain osilasi dengan desain spektra k_t . Untuk mengetahui nilai tersebut maka memasukkan nilai kecepatan amplitudo dan nilai periode osilasi. Berikut ini adalah nilai yang didapatkan sesuai dengan persamaan (2.12) dan persamaan (2.14) yang terdapat pada Bab II, maka diperoleh nilai:

$$\frac{U^*}{U_s} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln \tau} + \frac{0.5772}{\sqrt{2 \cdot \ln \tau}} \right) = 2,11 \text{ m/s}$$

$$\frac{T_n^*}{T_u} = \begin{cases} k_t - 5 \cdot (k_t - 1) \cdot T_n/T_u & \text{for } T_n/T_u \leq 0.2 \\ 1 & \text{for } T_n/T_u > 0.2 \end{cases} = 1 \text{ s}$$

K_t didapatkan dari perbandingan T_n dengan T_u yang memiliki nilai 1 s. Nilai ini didapatkan karena perbandingan T_n dan T_u bernilai lebih besar dari 0,2.

Dilanjutkan menghitung kecepatan gelombang (V_z) sesuai dengan persamaan (2.16) yang terdapat pada Bab II yang memperhitungkan kekasaran seabed (z_0). Pada penelitian ini kekasaran seabed adalah very soft clay dengan nilai 5×10^{-6} . Kemudian ditransferkan untuk mencari kecepatan arus (V_c) yang dicari dengan menggunakan persamaan (2.17) juga terdapat pada Bab II, maka diperoleh nilai kecepatan gelombang permukaan sebesar 1,02 m/s selanjutnya nilai ini digunakan untuk mencari kecepatan arus dan nilai yang dihasilkan sebesar 0,873 m/s.

Kemudian dilanjutkan mencari beban puncak horizontal (F_y^*) dan beban puncak vertical (F_z^*). Sesuai dengan persamaan (2.21) dan persamaan (2.22) pada Bab II maka didapatkan beban horizontal sebesar 1378,78 N/m dan beban puncak arah vertikal sebesar 725,48 N/m.

Setelah semua nilai didapatkan selanjutnya menghitung berat terendam pipa (W_{sub}) sesuai dengan kondisi lingkungan dimana pipa beroperasi. Persamaan

untuk menghitung berat terendam pipa terdapat pada Bab II persamaan (2.25) maka nilai dari berat terendam pipa adalah sebesar 19137,64 N/m.

4.4 Perhitungan Gaya Aksial

Gaya aksial ini merupakan gaya yang terjadi pada pipa yang memiliki arah sejajar dengan sumbu pipa horizontal memanjang. Gaya aksial banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah termal yang diakibatkan oleh fluida didalam pipa. Pada pipa yang dianalisa gaya aksil yang terjadi sesuai persamaan (2.30) yang terdapat pada Bab II sebesar $4,5 \times 10^7$ N.

4.5 Perhitungan *Critical Buckling Load*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai beban kritis yang terdapat pada pipa. Jika beban ini melampaui nilai yang dimiliki oleh gaya gesek tanah maka pipa akan terindikasi mengalami defleksi. Besar dari beban kritis yang terdapat pada pipa yaitu sebesar $2,1 \times 10^7$ N

4.6 Perhitungan *Internal Overpressure*

Salah satu faktor yang perlu diperhitungkan ketika pipa beroperasi adalah pengecekan pipa dengan *internal overpressure* dan *external overpressure*. Pada penelitian ini yang digunakan untuk mengecek adalah *internal overpressure* karena dipengaruhi oleh pressure internal, temperatur dan jenis fluida. Kriteria ini merupakan syarat kekuatan pipa terhadap semua gaya yang bekerja pada pipeline yang beroperasi. Maka dari itu didapatkan nilai momen bending desain sesuai dengan rumus pada Bab II (2.33) sebesar $2,29 \times 10^7$ Nm. Kemudian dilakukan pengecekan untuk *internal overpressure* apakah pipa mengalami *buckling* atau tidak.

Tabel 4.8 Check *Internal Overpressure*

$\left(\gamma_{sc} \gamma_m \left(\frac{ M_d }{\alpha_c M_p(t_2)} \right) + \gamma_{sc} \gamma_m \left(\frac{S_d(P_i)}{\alpha_c S_p(t_2)} \right)^2 \right)^2 + \left(\alpha_p \left(\frac{p_i - p_e}{P_b(t_2) \alpha_c} \right) \right)^2 \leq 1$		
1,68	\geq	1
Terindikasi <i>Buckling</i>		

4.7 Perhitungan Regangan

Perhitungan ini digunakan untuk mencari letak *virtual anchor point* yang terdapat pada pipa. Pada pipa terdapat gaya yang bergerak secara aksial karena dipengaruhi oleh perbedaan temperatur dan tekanan yang terdapat pada ujung pipa dari *hot end* menuju *cold end*. Perhitungan regangan ini dicari dengan perhitungan perbedaan tekanan, lalu menghitung regangan akibat perbedaan temperatur. Untuk mengetahui regangan total yang terjadi dapat diperoleh dengan menjumlahkan regangan akibat perbedaan tekanan dan regangan akibat perbedaan temperatur. Berikut ini adalah nilai dari regangan total yang diakibatkan oleh perbedaan temperatur dan tekanan. Tabel 4.9 di bawah ini adalah nilai regangan yang terjadi pada pipa.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan regangan

<i>Element</i>	<i>Temperature Strain</i>	<i>End Cap Strain</i>	<i>Poissons Strain</i>	<i>Total Strain</i>
(<i>Hot End</i>)	0,00076	0,00177	0,00246	0,00499
(<i>Cold end</i>)	0,00014	0,00177	0,00246	0,00437

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa besar regangan total pada *hot end* sebesar 0,00499 m dan pada *cold end* sebesar 0,00437 m.

4.8 Perhitungan Tahanan Gesek

Gaya gesek ini terjadi ketika pipa mengalami proses peregangan, gaya ini dipengaruhi oleh tanah dimana pipa itu meletak. Tahanan gesek ini terjadi tidak hanya pada pipa ketika walking tetapi ketika pipa menyusut juga terdapat tahanan tersebut. Tahanan ini di pengaruhi oleh berat terendam pipa dan juga koefisien gesekan tanah. Tahanan ini dapat menahan laju dari ekspansi pipa namun ketika ekspansi pipa melebihi batas dari tahanan gesek maka pipa akan mengalami deflaksi ke arah lateral. Dengan menggunakan persamaan pada bab II didapatkan nilai tahanan gesek sebesar 18786,01 N/m.

4.9 Letak *Virtual Anchor*

Pada saat beroperasi pipa akan mengalami ekspansi namun ketika besar gaya aksial sama dengan besar tahanan gesek pipa akan berhenti berekspansi. Dimana titik tempat berhentinya pipa berekspansi dinamakan *virtual anchor point*. Hal yang mempengaruhi untuk menghitung *virtual anchor* adalah besarnya nilai regangan dan nilai tahanan gesek. Pada pipa yang panjang titik acuan yang digunakan untuk menghitung *virtual anchor* yaitu titik *hot end* dan *cold end*. Berikut ini adalah nilai dari VAP (*virtual anchor point*).

Tabel 4.10 Nilai VAP

<i>Element</i>	<i>Virtual Anchor Point (m)</i>
<i>(Hot End)</i>	6695,92
<i>(Cold end)</i>	5867,97

Dari hasil diatas dapat diketahui nilai *virtual anchor point* pada titik *hot end* sebesar 6695,92 m dan pada titik *cold end* sebesar 5867,97 m. Berikut ini gambar letak *virtual anchor point*.



Gambar 4.3 Letak virtual anchor

Pada Gambar 4.3 diatas dijelaskan bahwa pipa mulai walking pada panjang 6695,92 m menuju *hot end* dan begitu sebaliknya walking pada panjang 5867,97 m menuju *ccold end*.

4.10 Perhitungan *Walking* Setiap Siklus

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besar *walking* setiap satu siklusnya. Hal ini perlu kita ketahui bahwa pipa akan mengalami perawatan setiap tahunnya untuk mengetahui apakah pipa mengalami korosi, ketahanan pipa, maupun pembersihan pipa. Setiap perusahaan memiliki perbedaan dalam melakukan perawatan pipa. Pada penelitian ini perawatan pipa dilakukan 3 kali dalam satu tahun sehingga siklus yang terjadi yaitu tiga kali siklus. Pada proses penyusutan pipa akan ditahan oleh gaya gesek tanah sehingga pipa tidak bisa kembali ke posisi semula.

Dalam menghitung *walking* setiap siklus perlu diketahui besar perubahan gaya aksial di sepanjang pipa karena adanya perbedaan temperatur dan tekanan yang sangat tinggi. Setelah itu perlu diketahui jarak antar *virtual anchor* yang sebesar 827,95 m dan berikut ini adalah nilai perhitungan *walking* setiap siklus.

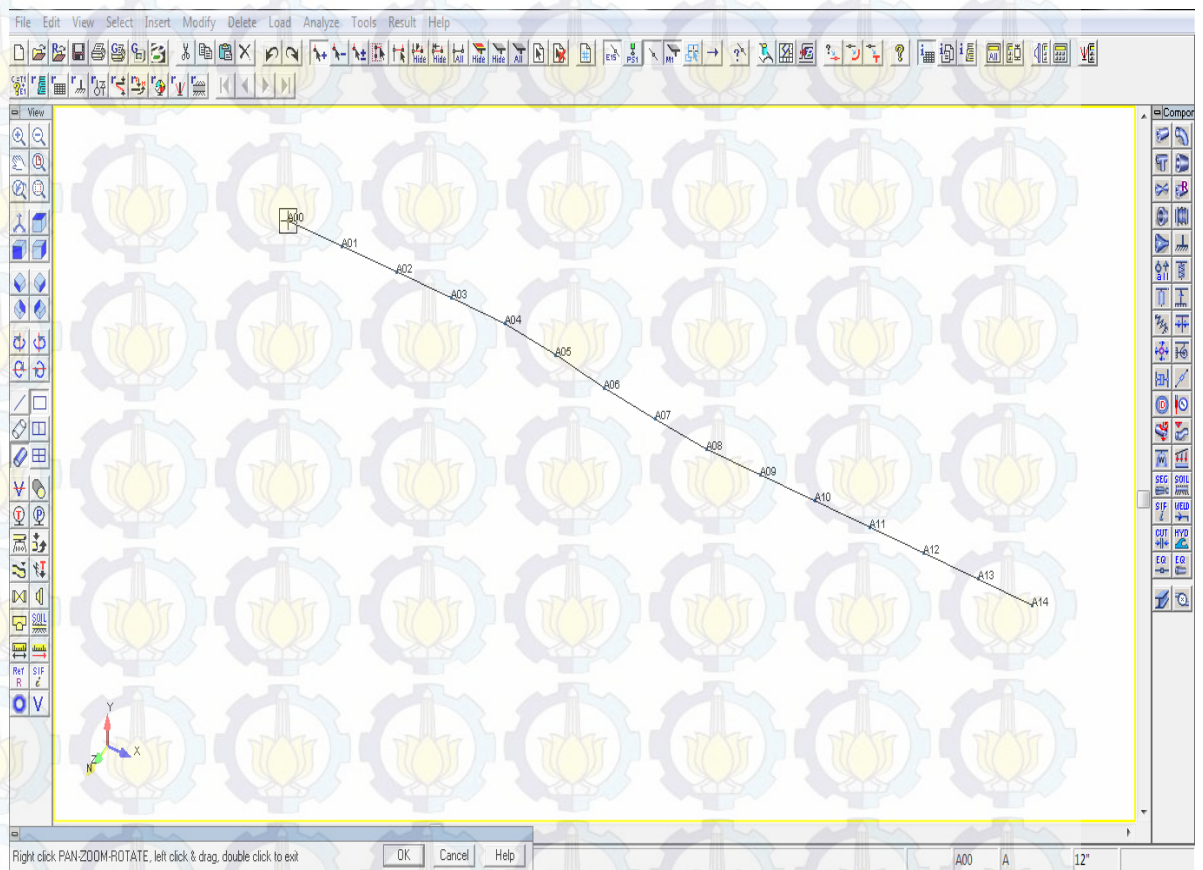
Tabel 4.11 *Walking* setiap siklus

Xab (m)	Ass (Pa)	E (Pa)	Walking (m)
827,95	3753265,216	$2,07 \times 10^{11}$	0,0685

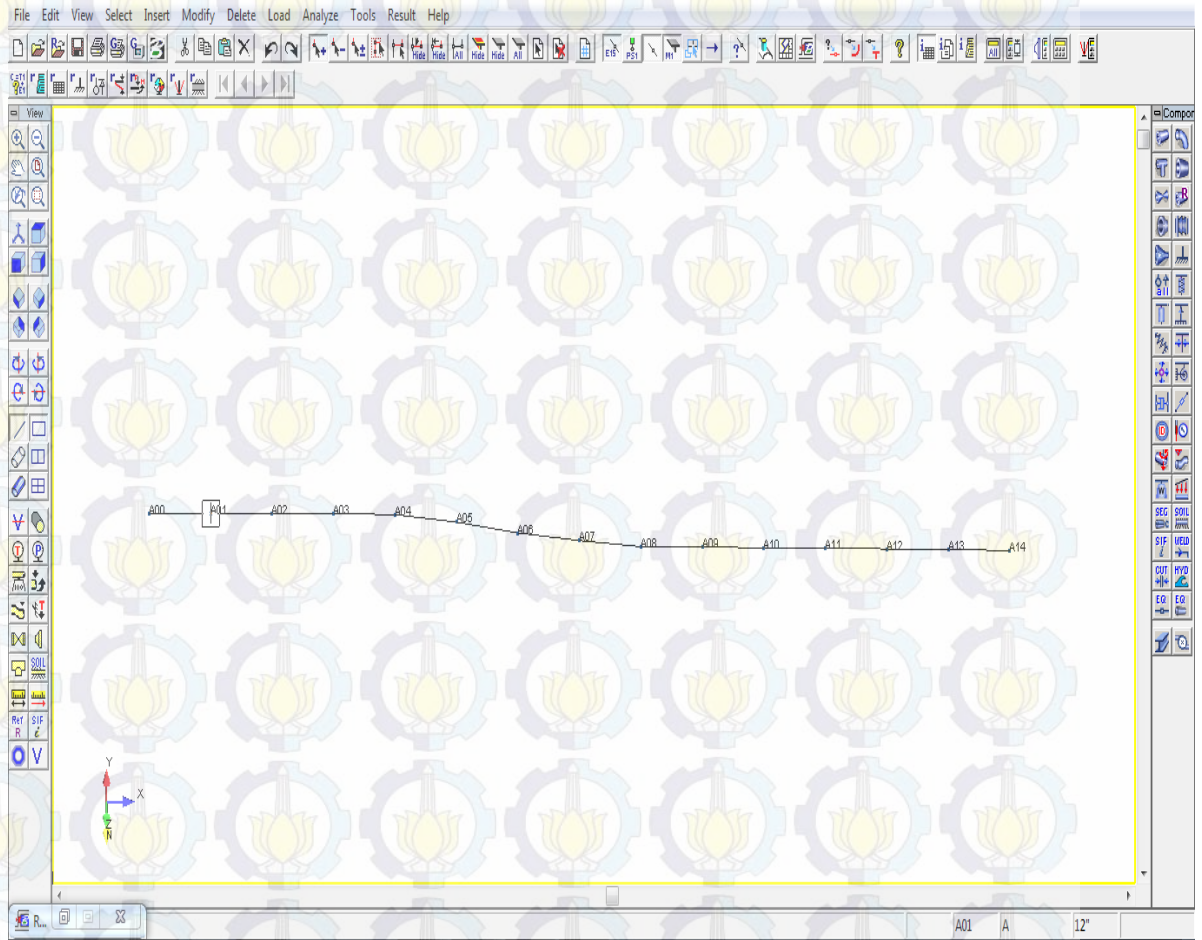
Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa besar dari niali *walking* setiap siklusnya sebesar 0,0685 m, sehingga untuk nilai *walking* dalam satu tahun sebesar 0,21 m.

4.11 Pemodelan Pipa

Pemodelan pipa dilakukan menggunakan bantuan *software* dengan memodelkan pipa sepanjang 14 km dengan ujung pipa diasumsikan *fixed*. Pada pemodelan ini riser dan PLEM (Pipeline and Manifold) tidak dimodelkan. Pada pemodelan ini dilakukan dengan cara menginput data pipa, data tanah serta data fluida. Kemudian dilakukan peninjauan tegangan dan displasemen yang terjadi pada sistem pipa tersebut. Gambar 4.4 adalah pemodelan pipa menggunakan *software*.



Gambar 4.4 Pemodelan pipeline tampak atas

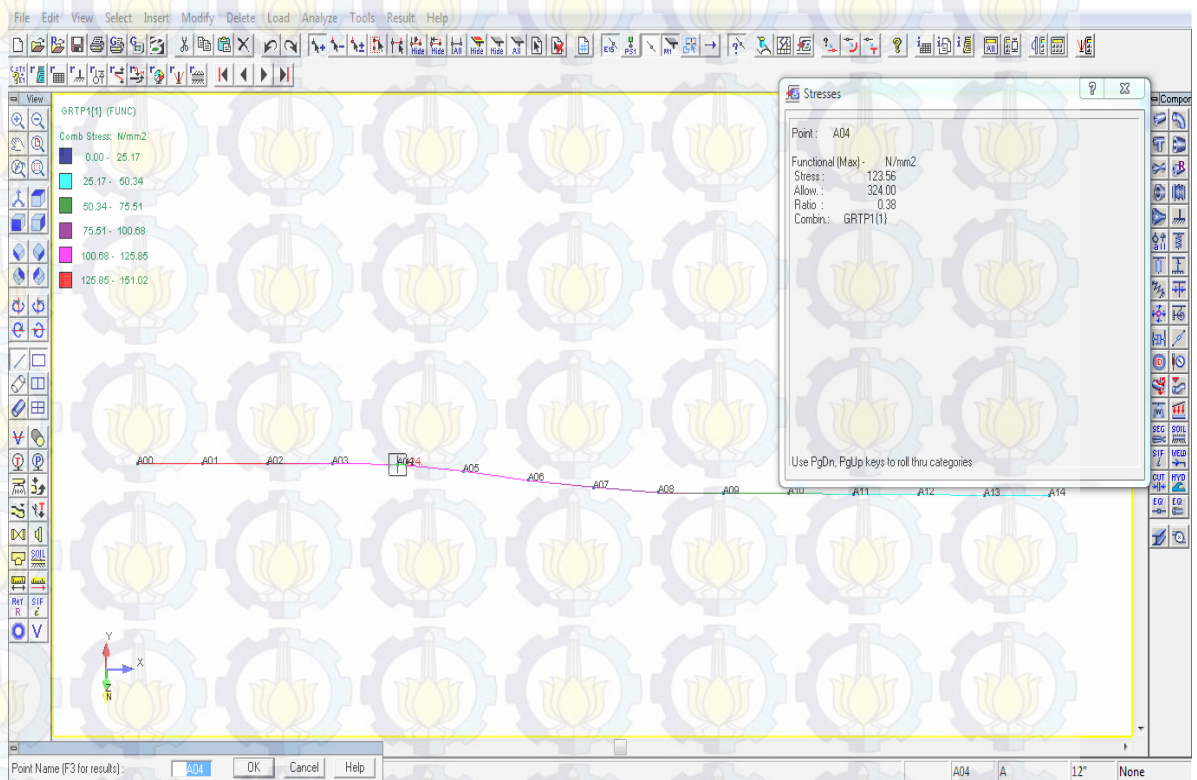


Gambar 4.5 Pemodelan pipeline tampak samping

4.11.1 Tegangan dan Displasemen pada Pipa

4.11.1.1 Tegangan dan Displacement Akibat Walking 1 Siklus

Pada pemodelan ini tegangan dan displasemen yang terjadi pada pipa dilakukan dengan pembebanan antara lain yaitu berat pipa, tekanan, temperatur dan juga nilai dari *walking*. Gambar 4.5 adalah besar nilai tegangan yang terjadi pada pipa.

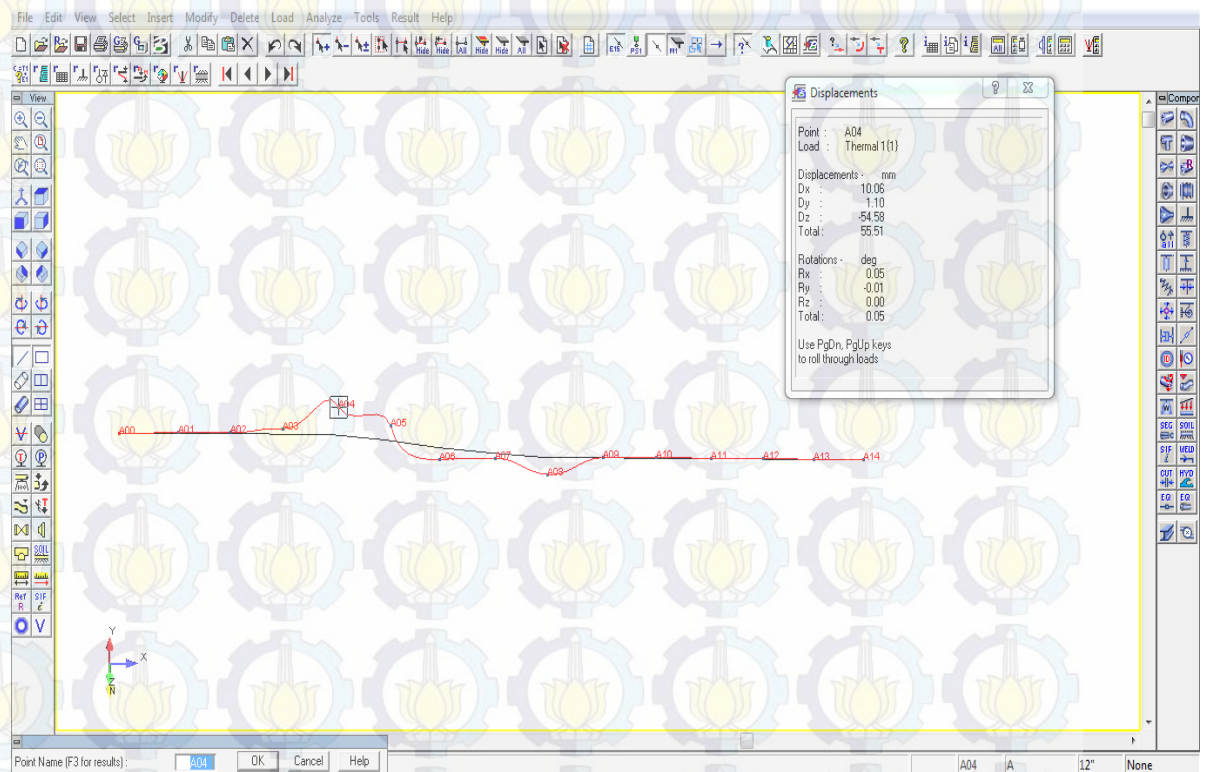


Gambar 4.6 Tegangan pada pipa dalam 1 siklus

Tabel 4.12 Tegangan pada pipa akibat *walking* 1 siklus

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	118,15	324,00
A01	A02	119,86	324,00
A02	A03	120,76	324,00
A03	A04	123,56	324,00
A04	A05	110,16	324,00
A05	A06	102,79	324,00
A06	A07	90,68	324,00
A07	A08	87,92	324,00
A08	A09	70,77	324,00
A09	A10	60,00	324,00
A10	A11	48,24	324,00
A11	A12	35,56	324,00
A12	A13	27,42	324,00
A13	A14	29,39	324,00

Dari Tabel 4.12 diatas dapat diketahui bahwa pipa dalam kurun satu siklus tidak terdapat member yang mengalami kegagalan karena nilai *stress* yang terjadi berada dibawah nilai *allowable stress* atau tidak mengalami *overstress*. Gambar 4.7 adalah hasil analisa displasemen pipa selama satu siklus.



Gambar 4.7 Displasemen pada pipa selama 1 siklus

Tabel 4.13 Displasemen pada pipa akibat *walking* 1 siklus

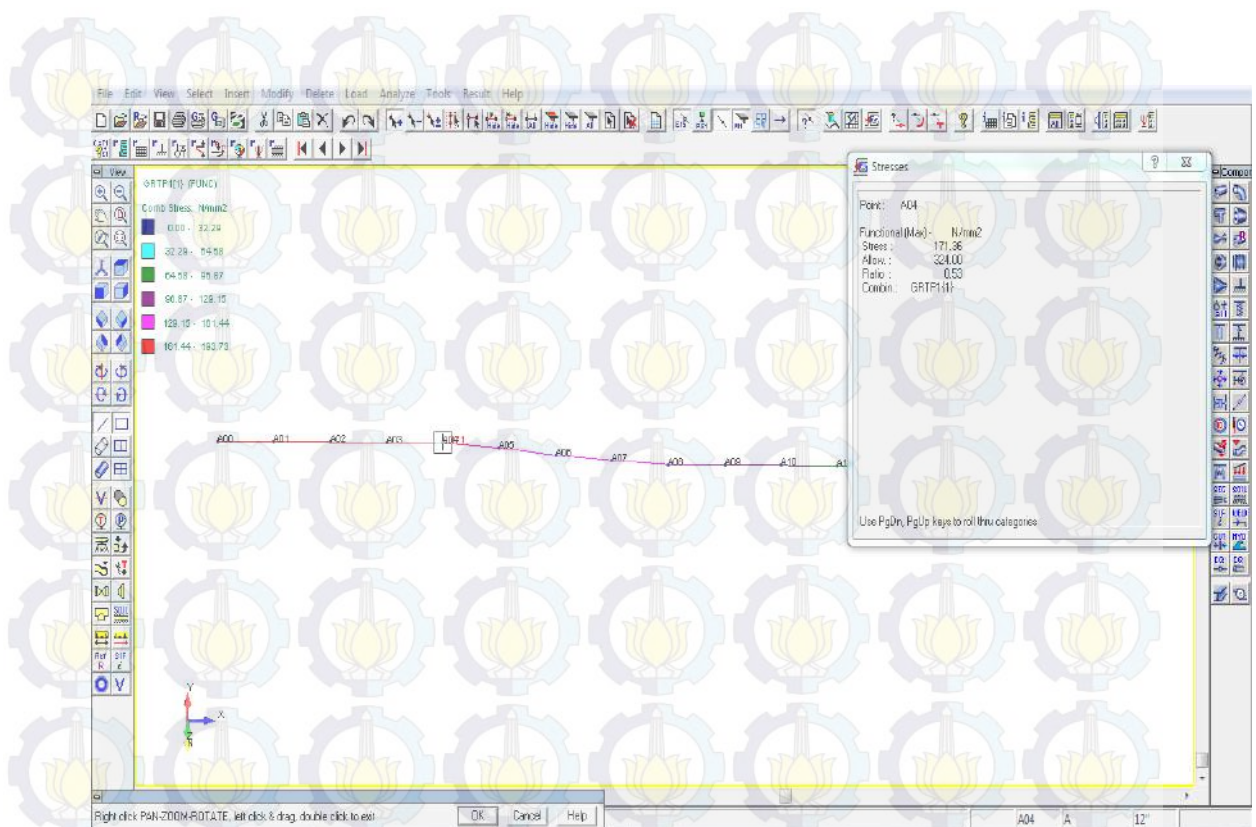
Point		Displasement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displasement (mm)
A00	A01	9,25	0	0	409,9
A01	A02	7,55	0	0	409,9
A02	A03	6,02	1,02	-6,59	409,9
A03	A04	10,06	1,1	-54,58	409,9
A04	A05	8,65	1,8	-25,51	409,9
A05	A06	-2,25	1,2	25,24	409,9

Point		Displasement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displasement (mm)
A06	A07	6,23	0	10,11	409,9
A07	A08	-4,11	0,5	34,88	409,9
A08	A09	-8,68	0,7	0	409,9
A09	A10	-7,98	0,6	0	409,9
A10	A11	-10,44	0,7	0	409,9
A11	A12	-9,25	0,8	0	409,9
A12	A13	-5,21	0,4	0	409,9

Dari Tabel 4.13 diatas dapat diketahui bahwa segment pipa yang mengalami displasemen paling besar yaitu pada segmen point A03-A04.

4.11.1.2 Tegangan dan Displacment Akibat Walking Pada Tahun Ke-1

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali setiap tahun sehingga terdapat 3 siklus yang terjadi pada pipa. Besar nilai *walking* dalam satu tahun yaitu 0,21 m. Gambar 4.8 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

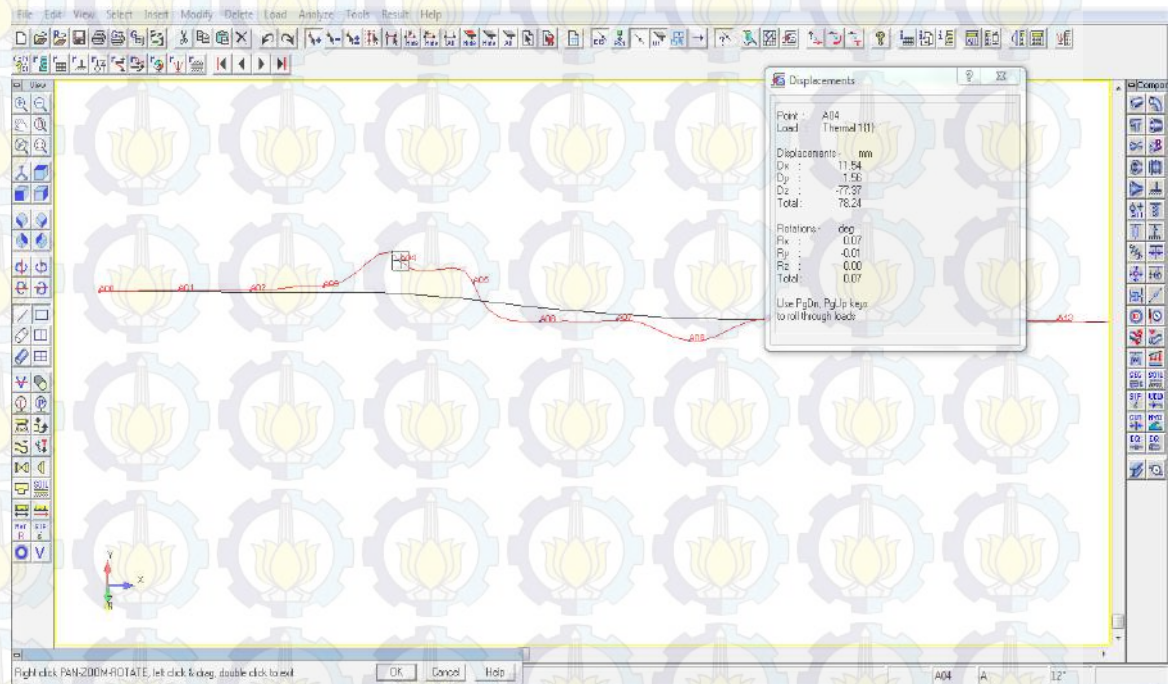


Gambar 4.8 Tegangan pada pipa tahun ke-1

Tabel 4.14 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-1

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	162,05	324,00
A01	A02	171,00	324,00
A02	A03	166,21	324,00
A03	A04	171,36	324,00
A04	A05	155,73	324,00
A05	A06	148,38	324,00
A06	A07	134,64	324,00
A07	A08	135,30	324,00
A08	A09	113,59	324,00
A09	A10	102,86	324,00
A10	A11	91,18	324,00
A11	A12	76,63	324,00
A12	A13	70,13	324,00
A13	A14	72,11	324,00

Dari Tabel 4.14 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.9 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-1.



Gambar 4.9 Displasemen pada pipa tahun ke-1

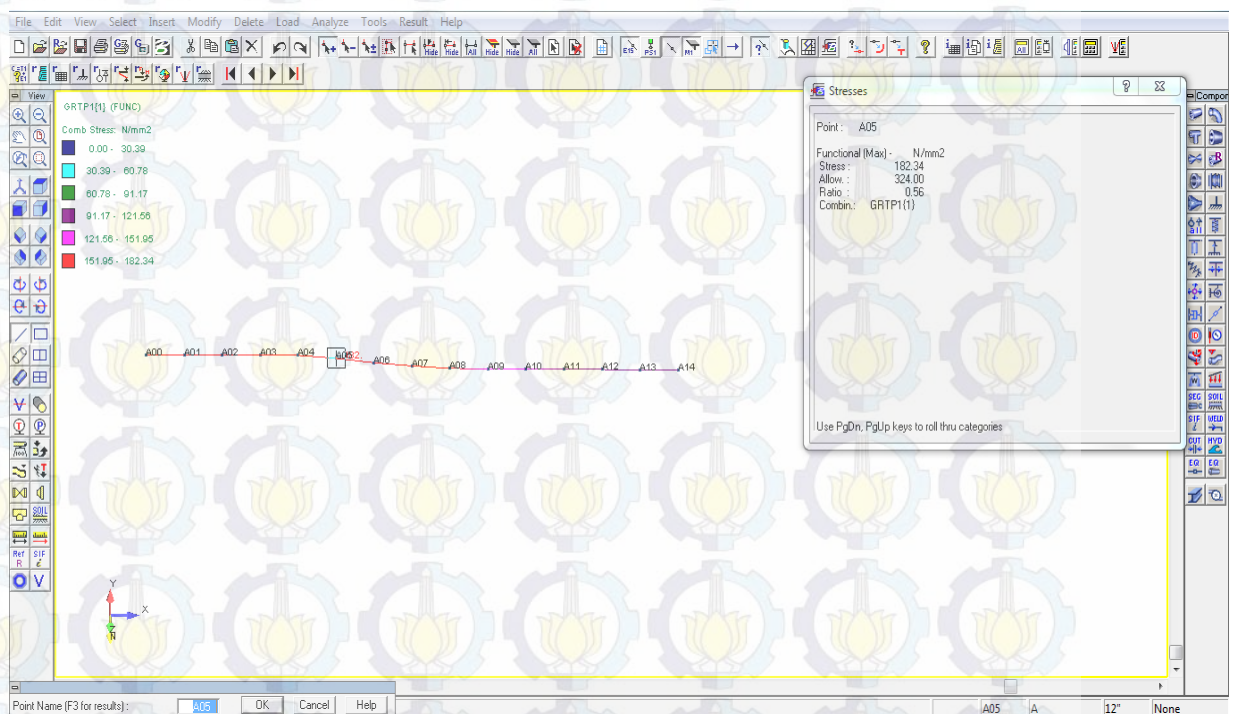
Tabel 4.15 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-1

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	9,25	0	0	409,9
A01	A02	7,55	0	0	409,9
A02	A03	6,08	1,02	-9,13	409,9
A03	A04	11,54	1,5	-77,37	409,9
A04	A05	10,33	1,8	-37,35	409,9
A05	A06	-0,54	1,3	36,99	409,9
A06	A07	5,72	0	15,08	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A07	A08	-3,13	0,7	55,45	409,9
A08	A09	-8,65	0,9	0	409,9
A09	A10	-7,98	0,8	0	409,9
A10	A11	-10,44	0,7	0	409,9
A11	A12	-9,26	0,8	0	409,9
A12	A13	-5,22	0,4	0	409,9

4.11.1.3 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-2

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali setiap tahun sehingga terdapat 6 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-2. Besar nilai *walking* pada tahun ke-2 yaitu 0,41 m. Gambar 4.10 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

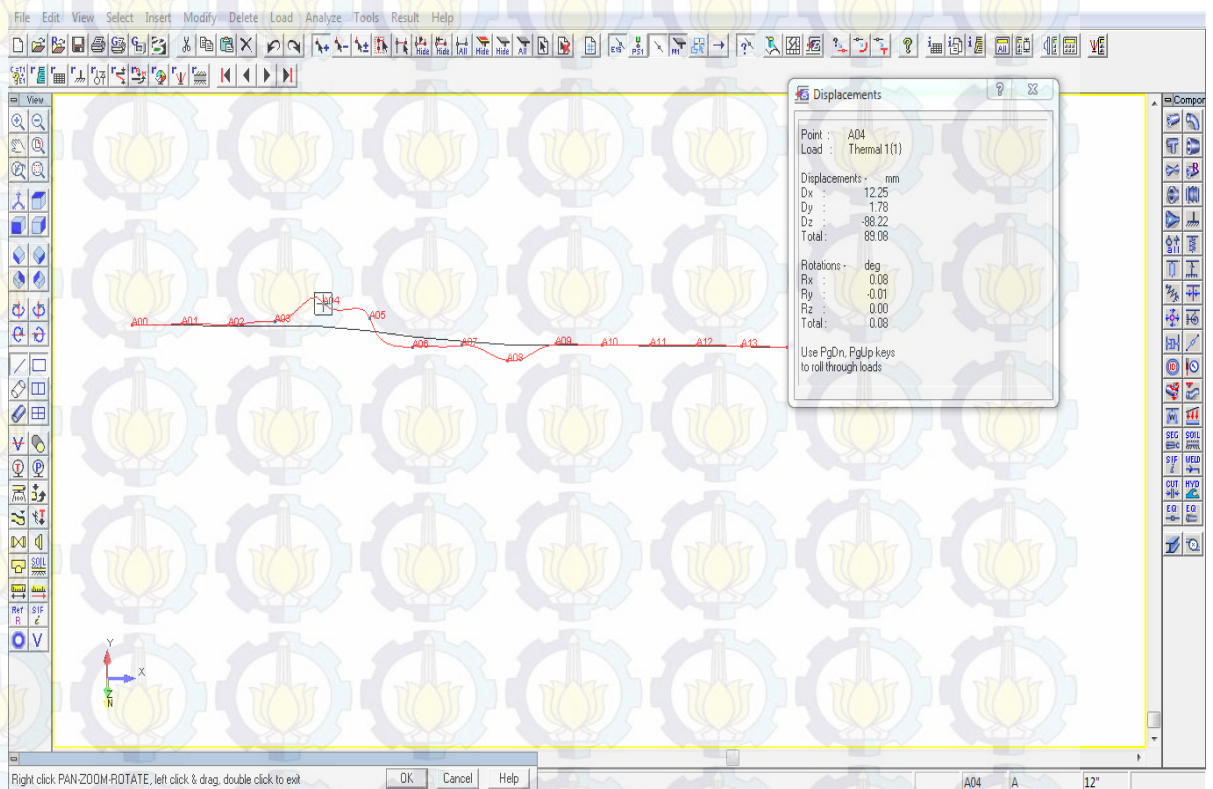


Gambar 4.10 Tegangan pada pipa tahun ke-2

Tabel 4.16 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-2

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	169,05	324,00
A01	A02	179,00	324,00
A02	A03	168,21	324,00
A03	A04	182,34	324,00
A04	A05	165,73	324,00
A05	A06	158,38	324,00
A06	A07	144,64	324,00
A07	A08	145,30	324,00
A08	A09	133,59	324,00
A09	A10	122,86	324,00
A10	A11	98,18	324,00
A11	A12	80,63	324,00
A12	A13	77,13	324,00
A13	A14	73,11	324,00

Dari Tabel 4.16 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.11 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-2.



Gambar 4.11 Displasemen pada pipa tahun ke-2

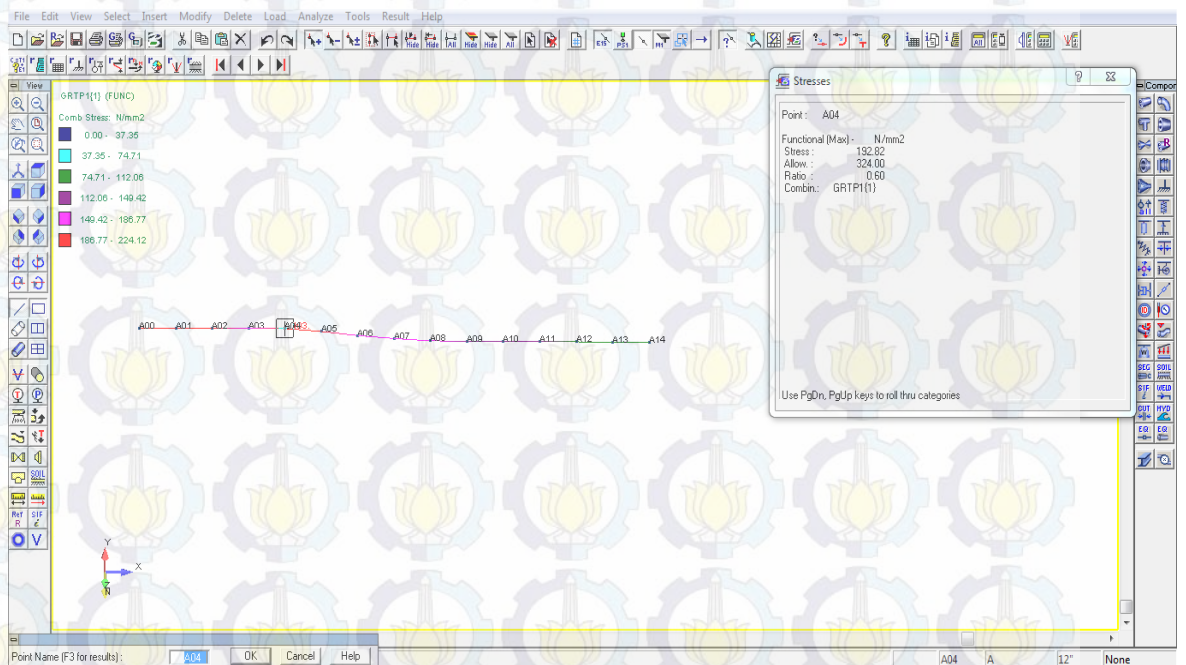
Tabel 4.17 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-2

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	9,85	0	0	409,9
A01	A02	8,15	0	0	409,9
A02	A03	6,68	1,09	-9,13	409,9
A03	A04	12,25	1,78	-88,22	409,9
A04	A05	10,93	1,9	-37,35	409,9
A05	A06	-0,64	1,38	36,99	409,9
A06	A07	5,92	0	15,08	409,9
A07	A08	-3,63	0,7	55,45	409,9
A08	A09	-9,05	1,00	0	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A09	A10	-8,48	0,84	0	409,9
A10	A11	-12,44	0,72	0	409,9
A11	A12	-9,86	0,88	0	409,9
A12	A13	-5,62	0,4	0	409,9

4.11.1.4 Tegangan dan Displacement Akibat Walking PadaTahun Ke-3

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali setiap tahun sehingga terdapat 9 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-3. Besar nilai *walking* pada tahun ke-3 yaitu 0,62 m. Gambar 4.12 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

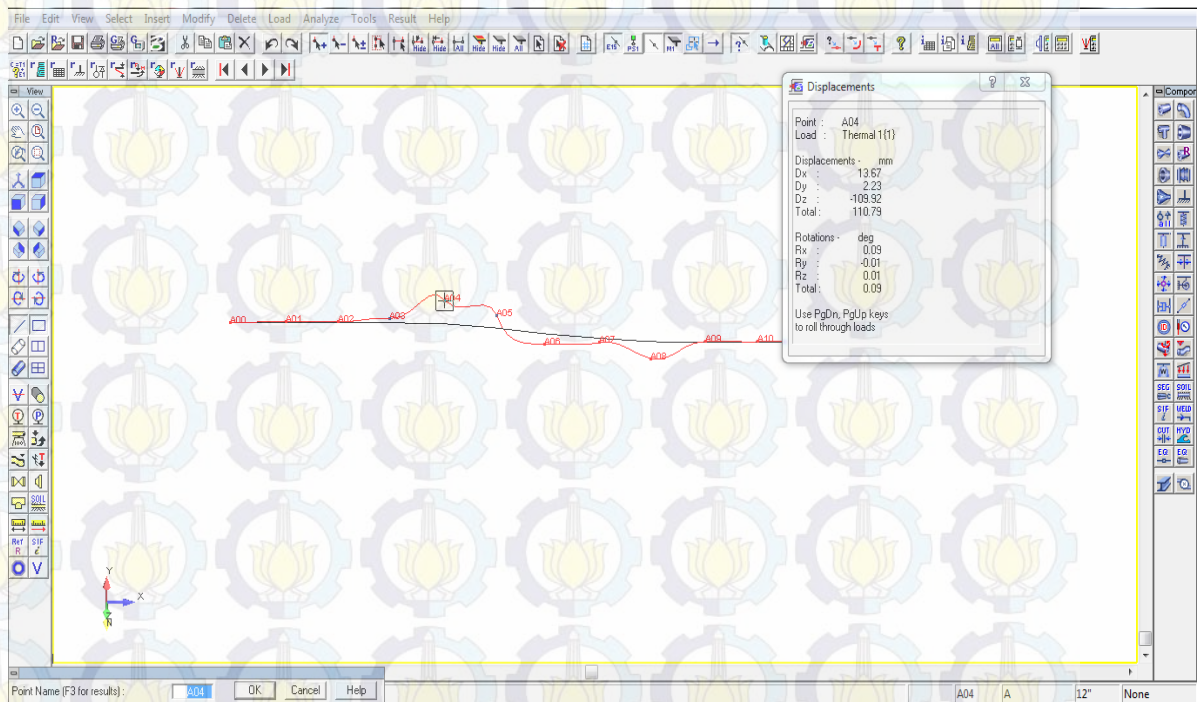


Gambar 4.12 Tegangan pada pipa tahun ke-3

Tabel 4.18 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-3

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	173,05	324,00
A01	A02	184,00	324,00
A02	A03	175,21	324,00
A03	A04	192,82	324,00
A04	A05	178,73	324,00
A05	A06	169,58	324,00
A06	A07	154,14	324,00
A07	A08	152,61	324,00
A08	A09	143,47	324,00
A09	A10	131,26	324,00
A10	A11	100,20	324,00
A11	A12	95,38	324,00
A12	A13	84,42	324,00
A13	A14	79,19	324,00

Dari Tabel 4.18 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.13 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-3.



Gambar 4.13 Displasemen pada pipa tahun ke-3

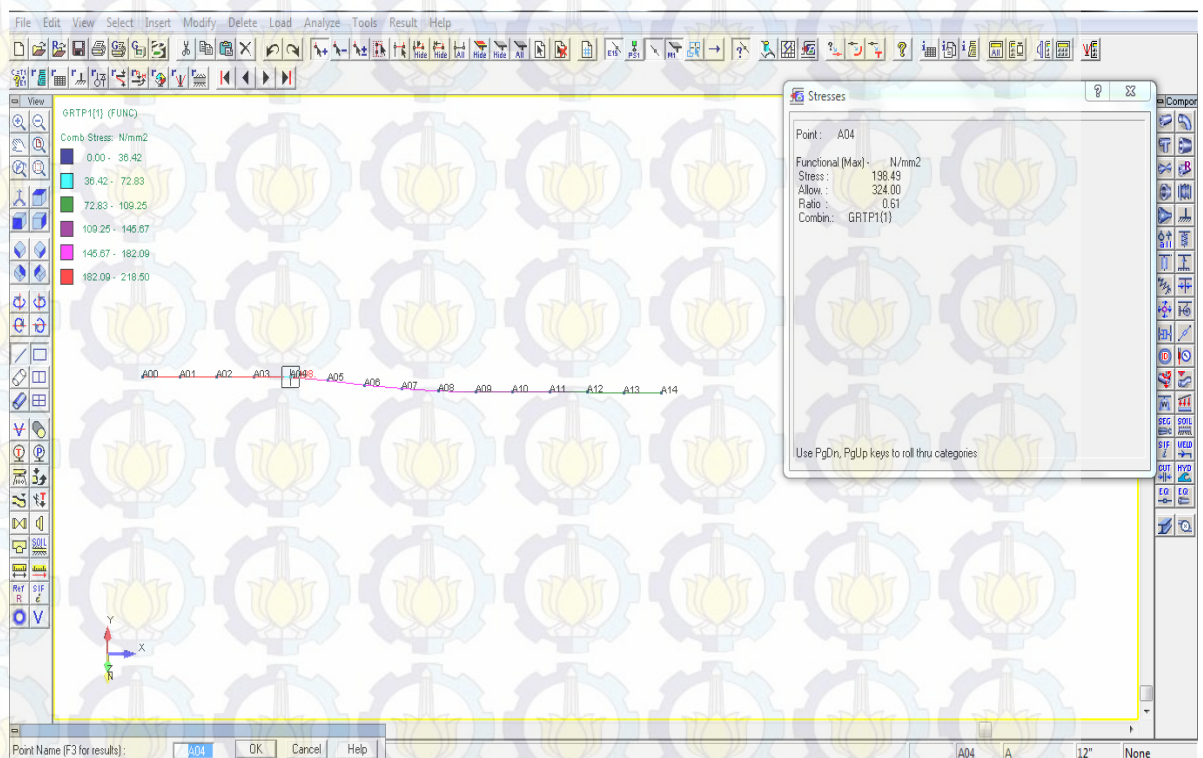
Tabel 4.19 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-3

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	11,35	0	0	409,9
A01	A02	9,32	0	0	409,9
A02	A03	7,54	1,4	-11,17	409,9
A03	A04	13,67	2,23	-109,92	409,9
A04	A05	12,81	2,1	-40,85	409,9
A05	A06	-0,93	1,86	45,29	409,9
A06	A07	6,75	0,2	18,08	409,9
A07	A08	-4,24	0,9	86,25	409,9
A08	A09	-10,57	1,31	0	409,9
A09	A10	-9,76	1,16	0	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A10	A11	-14,18	0,92	0	409,9
A11	A12	-10,65	1,02	0	409,9
A12	A13	-6,42	0,6	0	409,9

4.11.1.5 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-4

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali setiap tahun sehingga terdapat 12 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-4. Besar nilai *walking* pada tahun ke 4 yaitu 0,82 m. Gambar 4.14 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

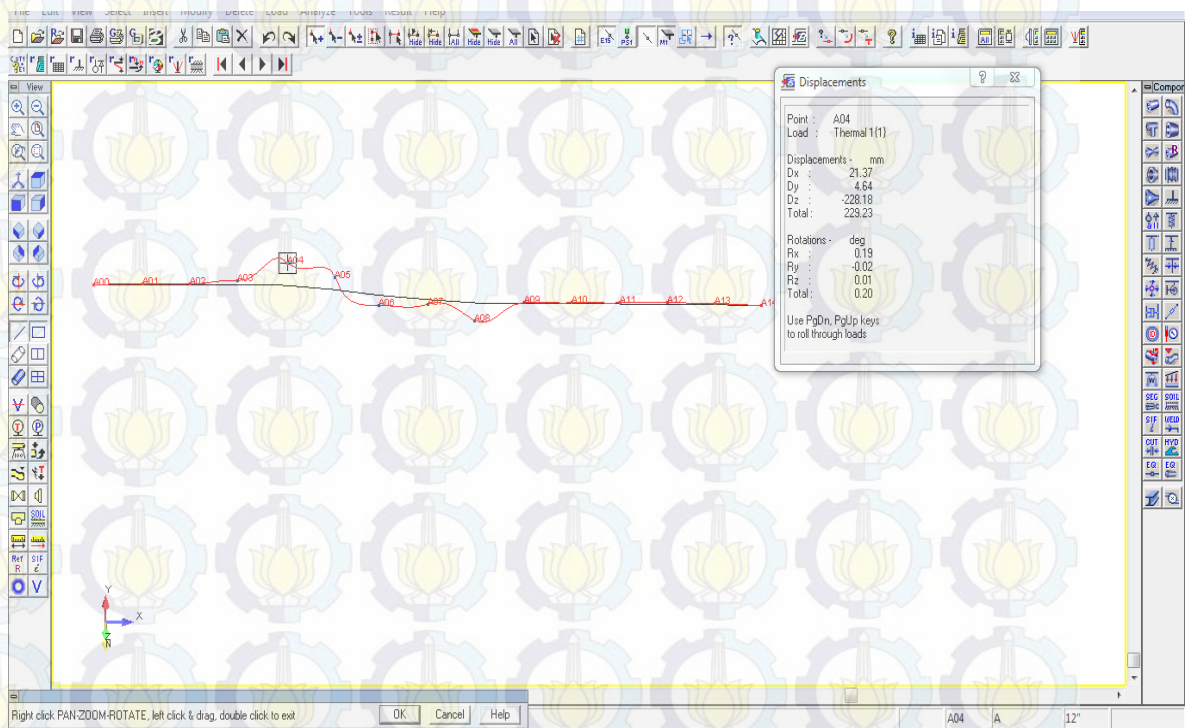


Gambar 4.14 Tegangan pada pipa tahun ke-4

Tabel 4.20 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-4

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	181,32	324,00
A01	A02	187,41	324,00
A02	A03	179,85	324,00
A03	A04	198,49	324,00
A04	A05	182,82	324,00
A05	A06	171,56	324,00
A06	A07	159,24	324,00
A07	A08	158,69	324,00
A08	A09	148,23	324,00
A09	A10	137,67	324,00
A10	A11	108,92	324,00
A11	A12	98,62	324,00
A12	A13	87,73	324,00
A13	A14	82,34	324,00

Dari Tabel 4.20 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.15 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-4.



Gambar 4.15 Displasemen pada pipa tahun ke-4

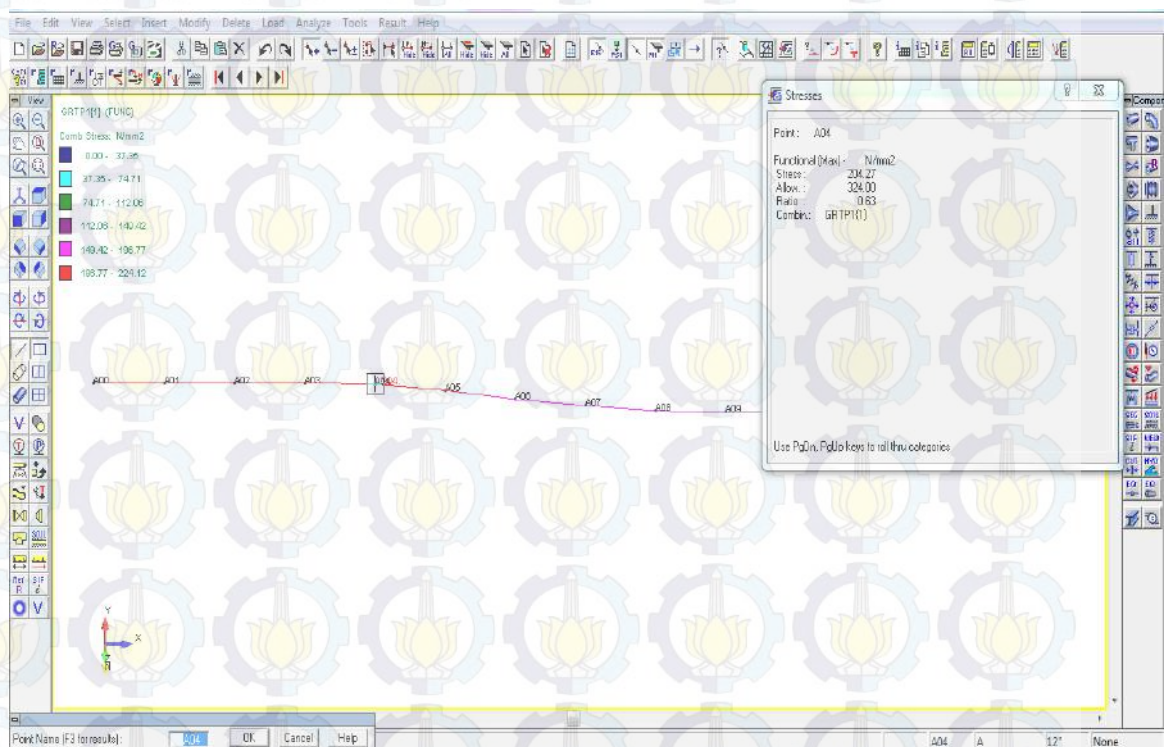
Tabel 4.21 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-4

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	13,23	0	0	409,9
A01	A02	10,57	0	0	409,9
A02	A03	9,14	1,5	-15,67	409,9
A03	A04	21,37	4,64	-228,18	409,9
A04	A05	13,72	2,5	-57,21	409,9
A05	A06	-1,12	2,1	57,62	409,9
A06	A07	7,34	0,4	23,73	409,9
A07	A08	-5,54	1,1	101,32	409,9
A08	A09	-12,14	1,45	0	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A09	A10	-10,32	1,32	0	409,9
A10	A11	-15,52	1,01	0	409,9
A11	A12	-11,87	1,1	0	409,9
A12	A13	-7,12	0,7	0	409,9

4.11.1.6 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-5

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali setiap tahun sehingga terdapat 15 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-5. Besar nilai *walking* pada tahun ke-5 yaitu 1,03 m. Gambar 4.16 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

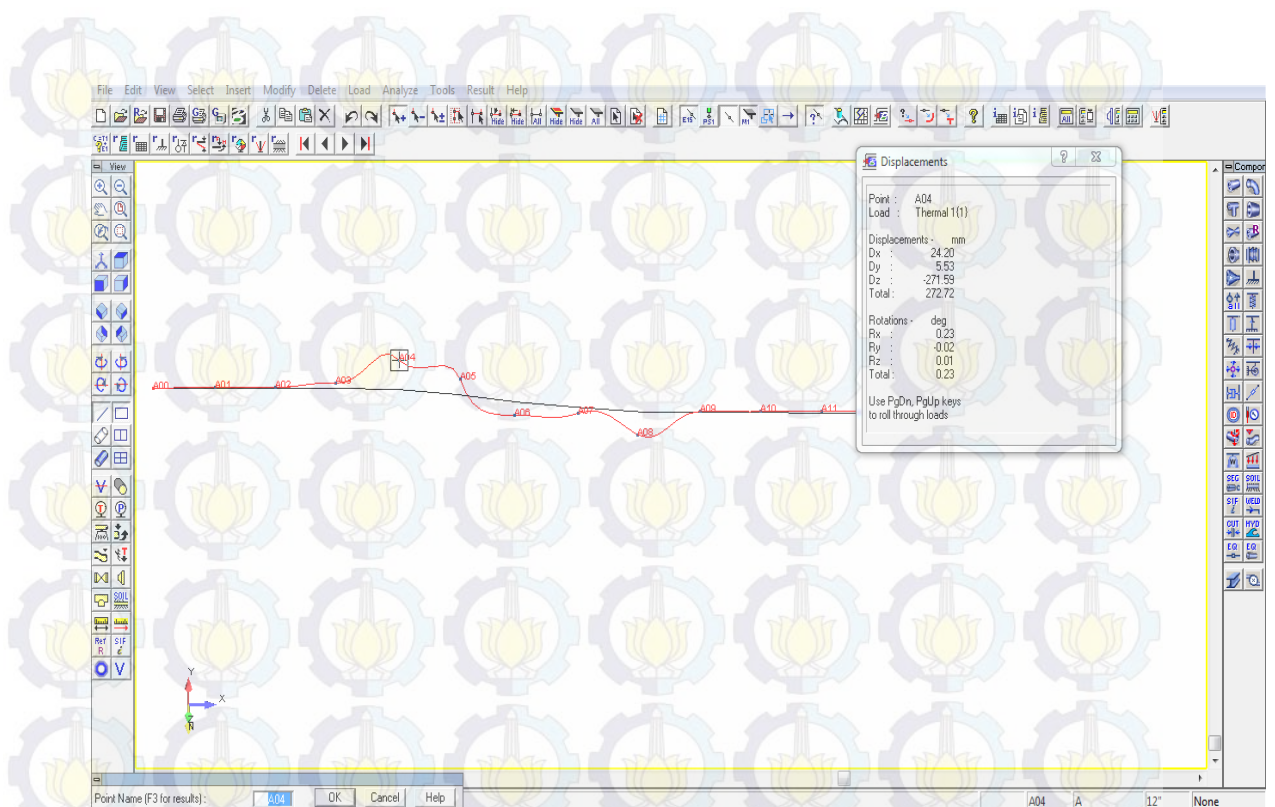


Gambar 4.16 Tegangan pada pipa tahun ke-5

Tabel 4.22 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-5

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	193,65	324,00
A01	A02	201,46	324,00
A02	A03	198,34	324,00
A03	A04	204,27	324,00
A04	A05	187,54	324,00
A05	A06	180,21	324,00
A06	A07	165,66	324,00
A07	A08	168,02	324,00
A08	A09	144,04	324,00
A09	A10	133,3	324,00
A10	A11	121,68	324,00
A11	A12	109,21	324,00
A12	A13	100,52	324,00
A13	A14	102,5	324,00

Dari Tabel 4.22 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.17 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-5.



Gambar 4.17 Displasemen pada pipa tahun ke-5

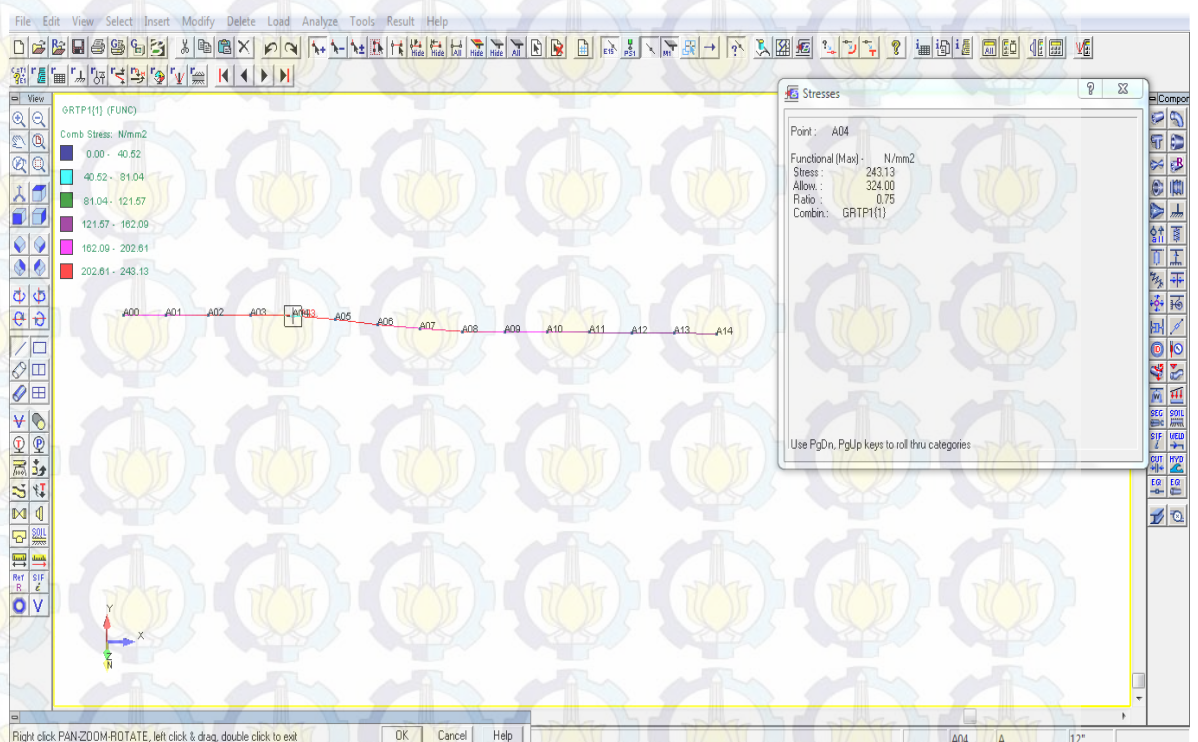
Tabel 4.23 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-5

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	15,41	0	0	409,9
A01	A02	12,27	0	0	409,9
A02	A03	10,65	1,6	-20,86	409,9
A03	A04	24,2	5,53	-271,59	409,9
A04	A05	15,58	3,75	-80,44	409,9
A05	A06	-3,67	2,91	80,72	409,9
A06	A07	8,94	0,5	30,25	409,9
A07	A08	-6,78	1,76	141,62	409,9
A08	A09	-13,26	1,96	0,25	409,9
A09	A10	-11,89	2,01	0,13	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A10	A11	-16,14	1,61	0,11	409,9
A11	A12	-12,12	1,27	0	409,9
A12	A13	-8,24	0,8	0	409,9

4.11.1.7 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-6

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali dalam satu tahun, sehingga terdapat 18 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-6. Besar nilai *walking* pada tahun ke-6 yaitu 1,23 m. Gambar 4.18 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

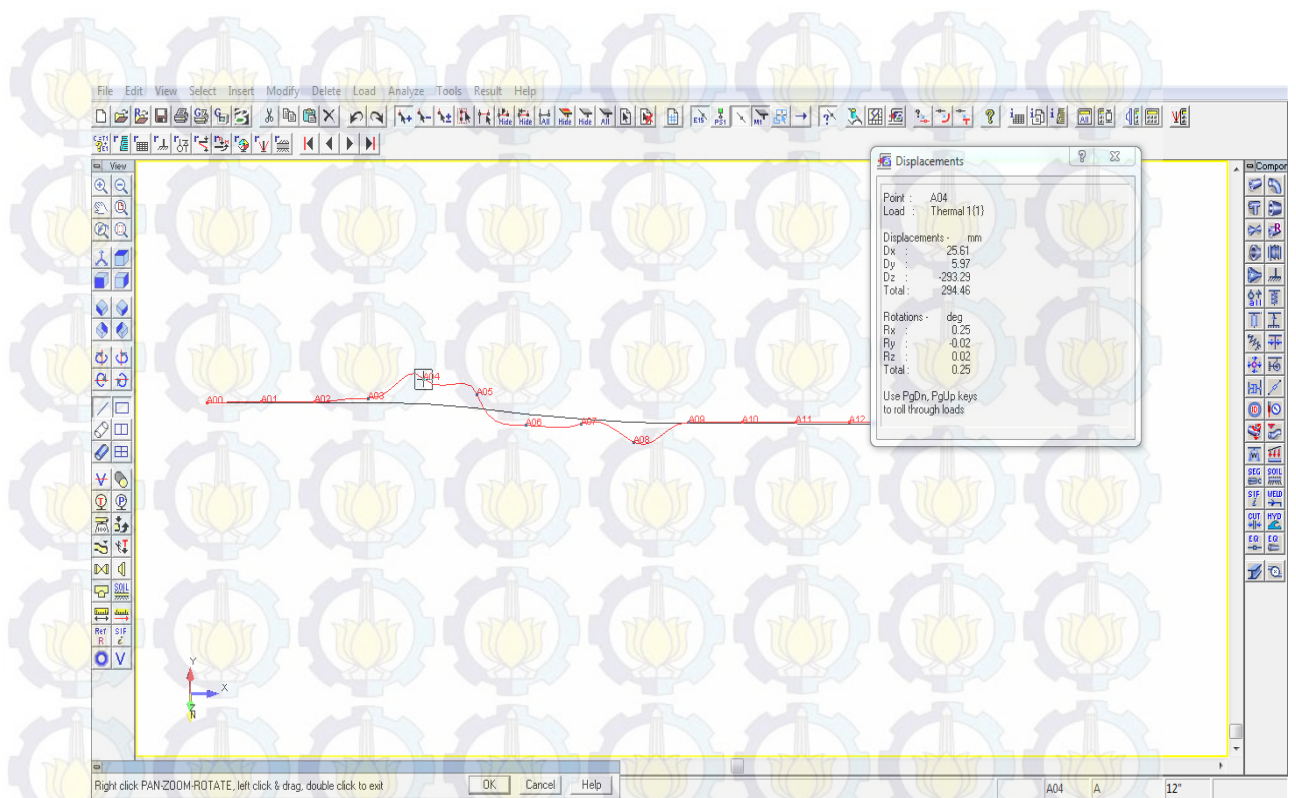


Gambar 4.18 Tegangan pada pipa tahun ke-6

Tabel 4.24 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-6

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	198,53	324,00
A01	A02	221,75	324,00
A02	A03	202,16	324,00
A03	A04	243,13	324,00
A04	A05	195,85	324,00
A05	A06	191,34	324,00
A06	A07	176,98	324,00
A07	A08	175,67	324,00
A08	A09	158,96	324,00
A09	A10	142,78	324,00
A10	A11	131,68	324,00
A11	A12	118,85	324,00
A12	A13	109,73	324,00
A13	A14	106,65	324,00

Dari Tabel 4.24 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.19 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-6.



Gambar 4.19 Displasemen pada pipa tahun ke-6

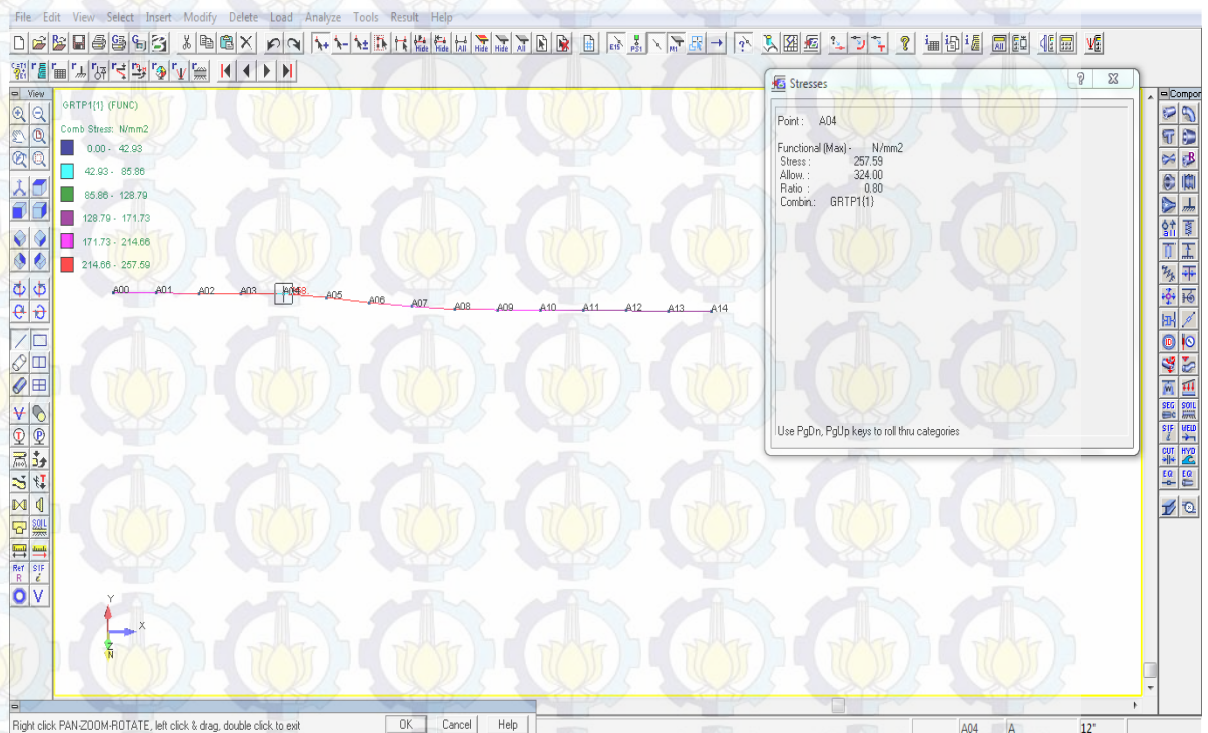
Tabel 4.25 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-6

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	16,66	0	0	409,9
A01	A02	13,72	0	0	409,9
A02	A03	11,85	1,82	-23,26	409,9
A03	A04	25,61	5,97	-293,29	409,9
A04	A05	16,21	4,12	-85,31	409,9
A05	A06	-4,82	3,62	85,62	409,9
A06	A07	9,39	0,8	32,15	409,9
A07	A08	-7,17	1,92	165,85	409,9
A08	A09	-14,86	2,74	0,35	409,9
A09	A10	-12,52	2,63	0,23	409,9
A10	A11	-17,34	1,92	0,16	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A11	A12	-13,42	1,89	0,1	409,9
A12	A13	-9,51	0,9	0	409,9

4.11.1.8 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-7

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali dalam satu tahun, sehingga terdapat 21 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-7. Besar nilai *walking* pada tahun ke-7 yaitu 1,44 m. Gambar 4.20 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

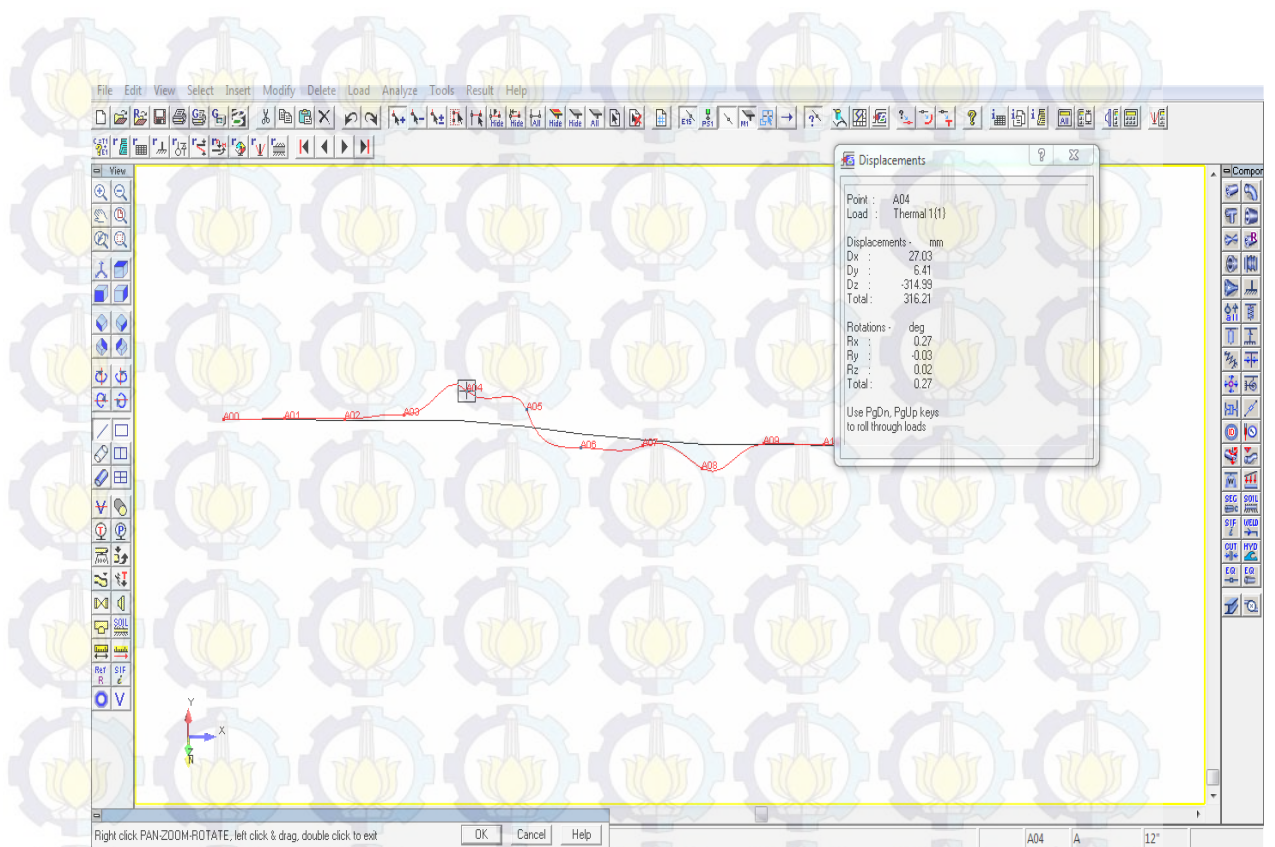


Gambar 4.20 Tegangan pada pipa tahun ke-7

Tabel 4.26 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-7

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	200,83	324,00
A01	A02	226,65	324,00
A02	A03	204,46	324,00
A03	A04	257,59	324,00
A04	A05	197,37	324,00
A05	A06	193,51	324,00
A06	A07	182,34	324,00
A07	A08	178,31	324,00
A08	A09	161,36	324,00
A09	A10	147,21	324,00
A10	A11	136,35	324,00
A11	A12	120,25	324,00
A12	A13	113,13	324,00
A13	A14	109,81	324,00

Dari Tabel 4.26 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.21 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-7.



Gambar 4.21 Displasemen pada pipa tahun ke-7

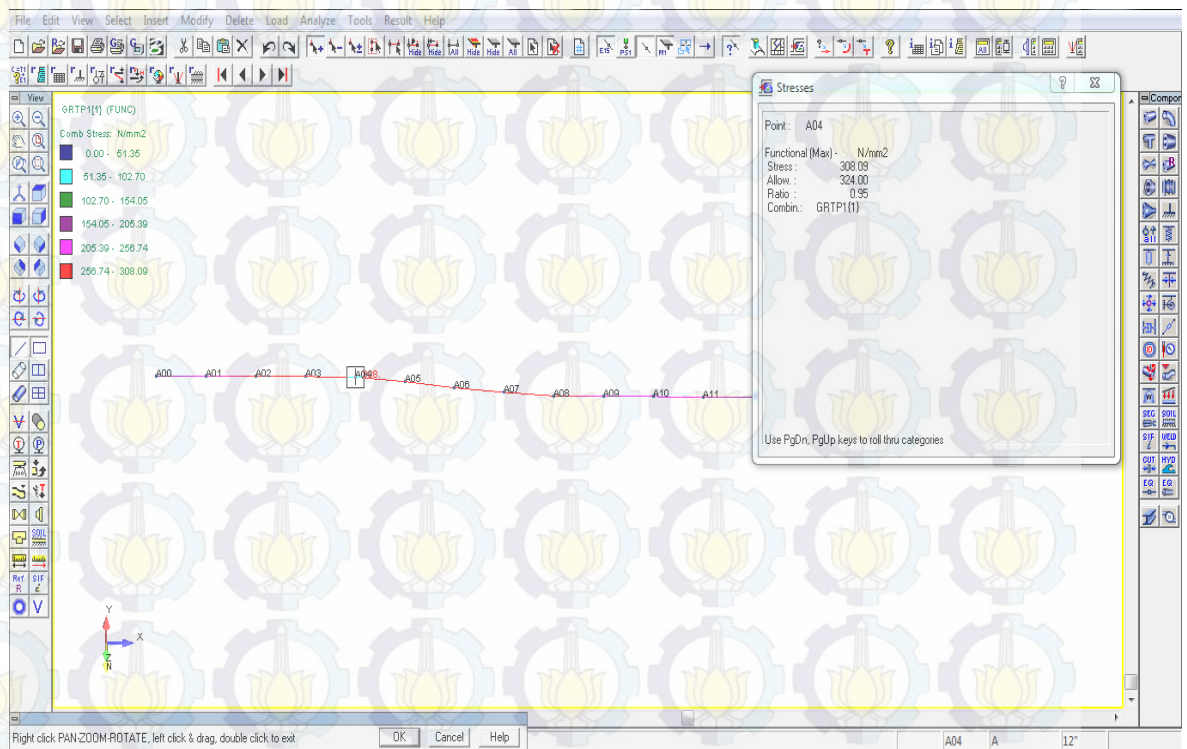
Tabel 4.27 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-7

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	18,12	0	0	409,9
A01	A02	15,41	0	0	409,9
A02	A03	13,15	2,16	-25,48	409,9
A03	A04	27,03	6,41	-314,99	409,9
A04	A05	18,11	4,74	-92,51	409,9
A05	A06	-6,82	4,14	92,86	409,9
A06	A07	11,13	0,9	49,15	409,9
A07	A08	-9,17	2,01	207,49	409,9
A08	A09	-16,06	2,94	0,75	409,9
A09	A10	-14,27	3,03	0,53	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A10	A11	-19,14	2,12	0,36	409,9
A11	A12	-15,62	1,91	0,17	409,9
A12	A13	-11,21	0,9	0	409,9

4.11.1.9 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-8

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali dalam satu tahun, sehingga terdapat 24 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-8. Besar nilai *walking* pada tahun ke-8 yaitu 1,63 m. Gambar 4.22 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

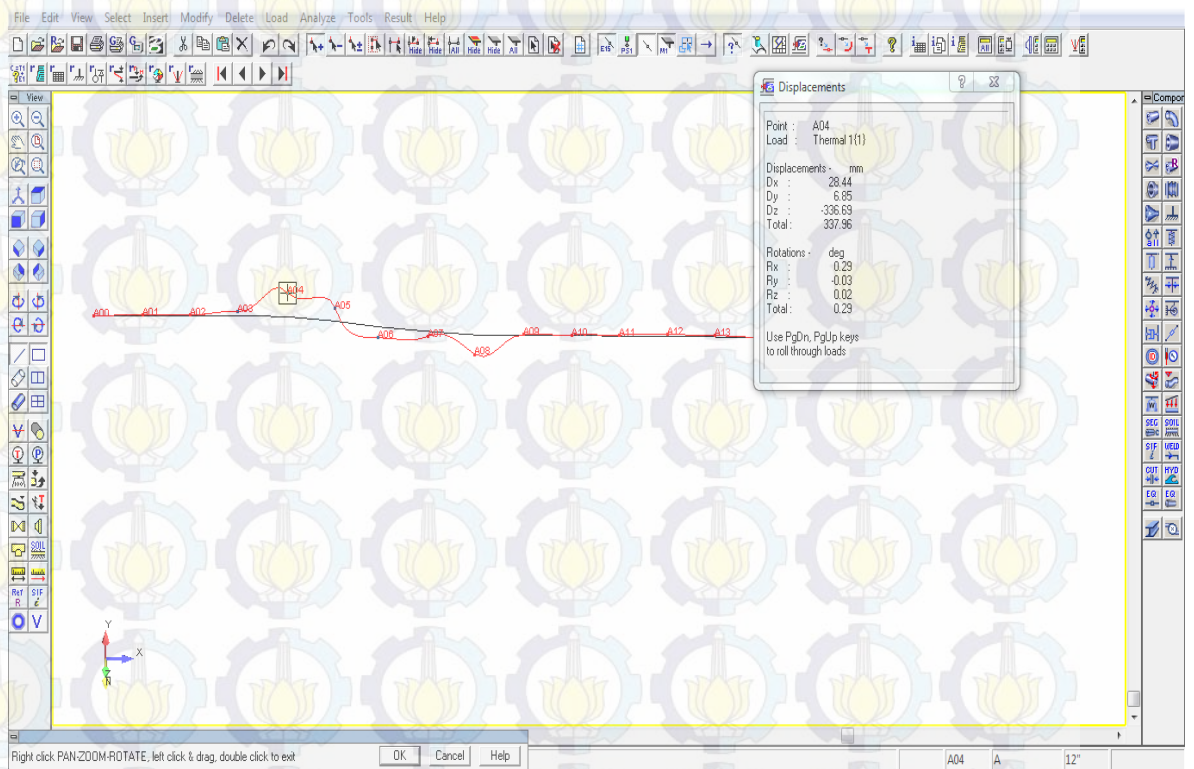


Gambar 4.22 Tegangan pada pipa tahun ke-8

Tabel 4.28 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-8

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	241,23	324,00
A01	A02	256,45	324,00
A02	A03	232,26	324,00
A03	A04	308,09	324,00
A04	A05	202,41	324,00
A05	A06	200,79	324,00
A06	A07	194,24	324,00
A07	A08	195,53	324,00
A08	A09	195,58	324,00
A09	A10	177,31	324,00
A10	A11	165,25	324,00
A11	A12	142,69	324,00
A12	A13	132,23	324,00
A13	A14	122,76	324,00

Dari Tabel 4.28 diatas dapat diketahui bahwa pipa tidak mengalami kegagalan karena nilai *stress* masih dibawah nilai dari *allowable stress*. Namun nilai *stress* mengalami peningkatan karena adanya peningkatan siklus. Gambar 4.23 adalah hasil analisa displasemen yang terjadi pada pipa tahun ke-8.



Gambar 4.23 Displasemen pada pipa tahun ke-8

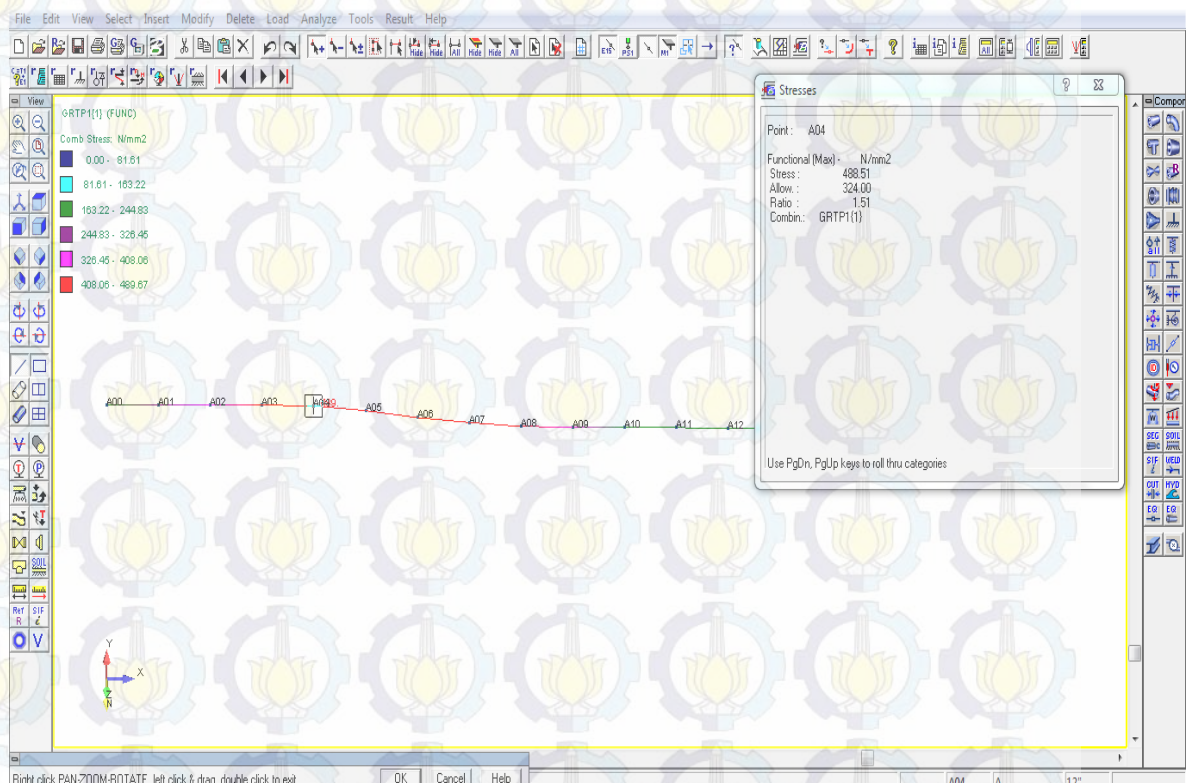
Tabel 4.29 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-8

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	19,24	0	0	409,9
A01	A02	16,74	0	0	409,9
A02	A03	14,65	2,27	-27,52	409,9
A03	A04	28,44	6,85	-336,69	409,9
A04	A05	19,53	4,98	-95,11	409,9
A05	A06	-7,63	4,35	95,57	409,9
A06	A07	12,53	1,1	51,36	409,9
A07	A08	-10,37	2,29	214,35	409,9
A08	A09	-17,41	3,14	0,95	409,9
A09	A10	-15,27	3,27	0,78	409,9
A10	A11	-20,16	2,36	0,52	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A11	A12	-16,32	2,12	0,36	409,9
A12	A13	-12,42	1,14	0,14	409,9

4.11.1.10 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-9

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali dalam satu tahun, sehingga terdapat 27 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-9. Besar nilai *walking* pada tahun ke-9 yaitu 1,85 m. Gambar 4.24 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

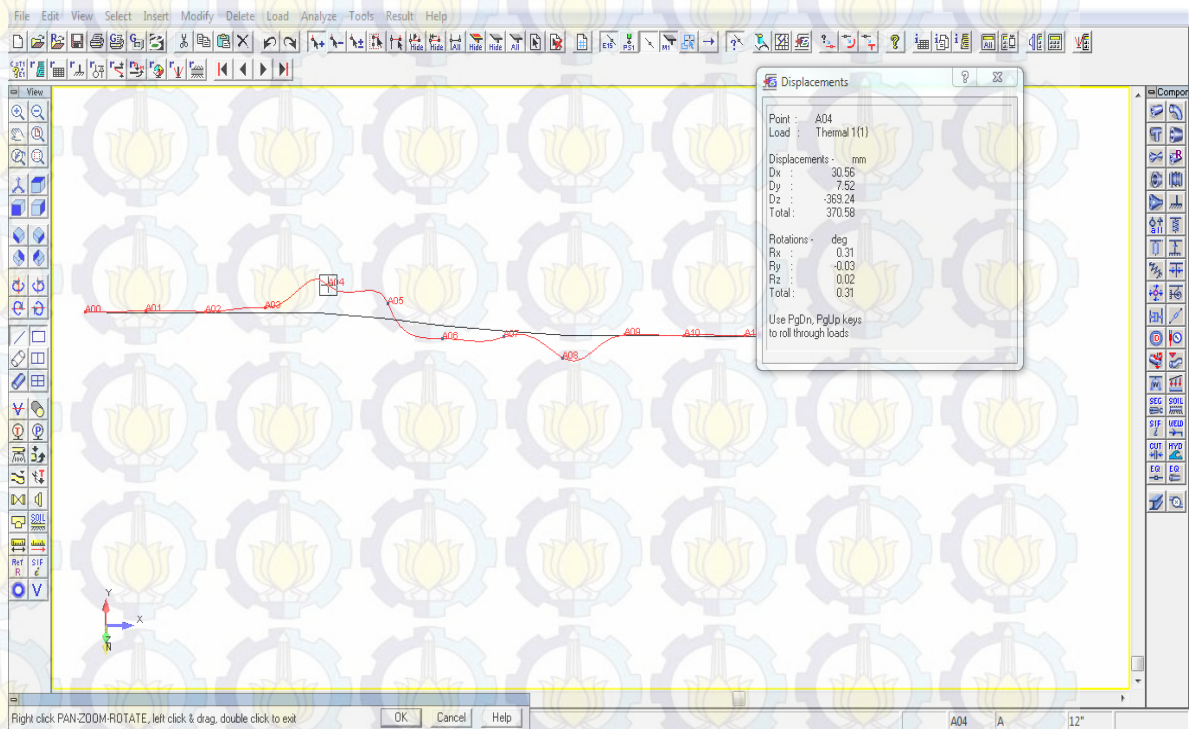


Gambar 4.24 Tegangan pada pipa tahun ke-9

Tabel 4.30 Tegangan pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-9

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	308,38	324,00
A01	A02	310,74	324,00
A02	A03	342,46	324,00
A03	A04	488,51	324,00
A04	A05	352,73	324,00
A05	A06	360,57	324,00
A06	A07	352,53	324,00
A07	A08	373,72	324,00
A08	A09	348,48	324,00
A09	A10	297,51	324,00
A10	A11	283,78	324,00
A11	A12	263,46	324,00
A12	A13	252,79	324,00
A13	A14	192,54	324,00

Dari Tabel 4.20 diatas sudah terdapat indikasi bahwa pipa mengalami kegagalan karena ada nilai *stress* melebihi nilai *allowable stress* yaitu terdapat pada member A02-A09. Gambar 4.25 adalah hasil analisa displasemen pada pipa tahun ke-9.



Gambar 4.25 Displasemen pada pipa tahun ke-9

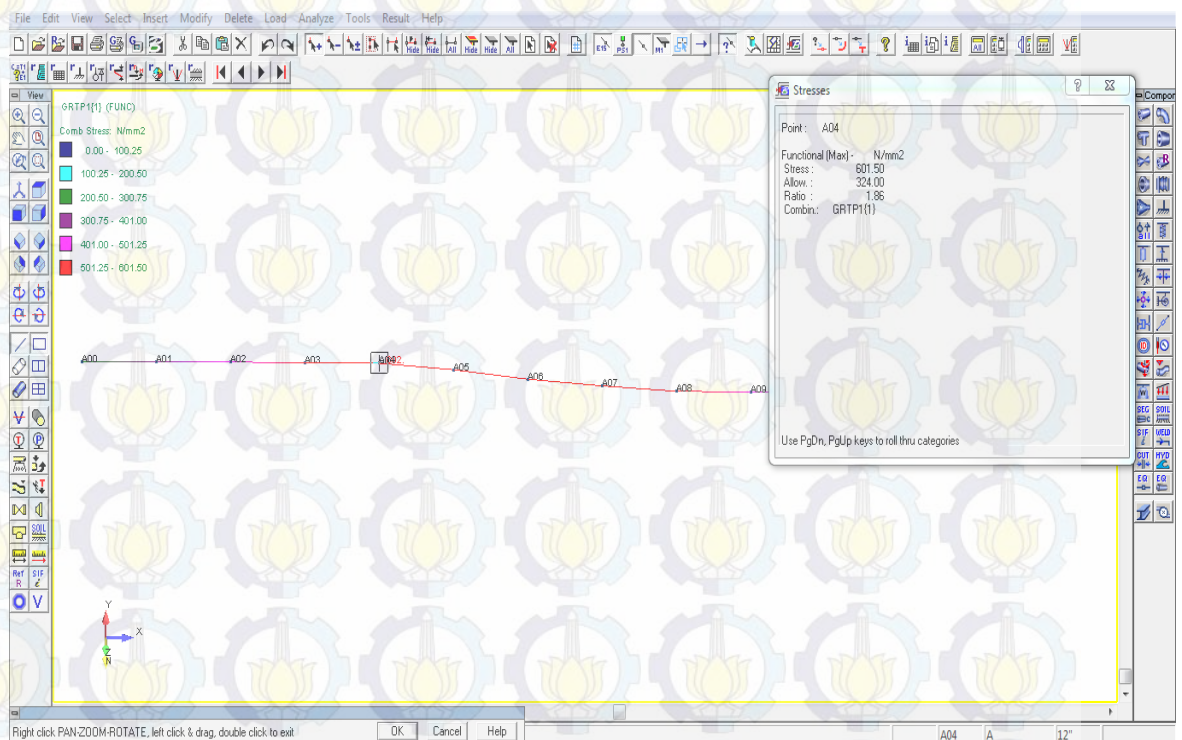
Tabel 4.31 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	21,43	0	0	409,9
A01	A02	18,84	0	0	409,9
A02	A03	16,74	3,53	-50,82	409,9
A03	A04	30,56	7,52	-369,24	409,9
A04	A05	21,42	6,22	-123,51	409,9
A05	A06	-9,83	5,69	123,83	409,9
A06	A07	14,62	1,8	88,66	409,9
A07	A08	-12,47	3,49	264,45	409,9
A08	A09	-19,61	4,48	1,95	409,9
A09	A10	-17,37	4,53	1,46	409,9
A10	A11	-22,46	3,27	0,92	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A11	A12	-18,72	2,62	0,78	409,9
A12	A13	-14,26	1,64	0,54	409,9

4.11.1.11 Tegangan dan Displacement Akibat Walking Pada Tahun Ke-10

Pada masa operasinya pipa mengalami perawatan setiap 4 bulan sekali dalam satu tahun sehingga terdapat 30 siklus yang terjadi pada pipa ketika pipa beroperasi pada tahun ke-10. Besar nilai *walking* pada tahun ke-10 sebesar 2,1 m. Gambar 4.26 adalah hasil analisa tegangan pada pipa.

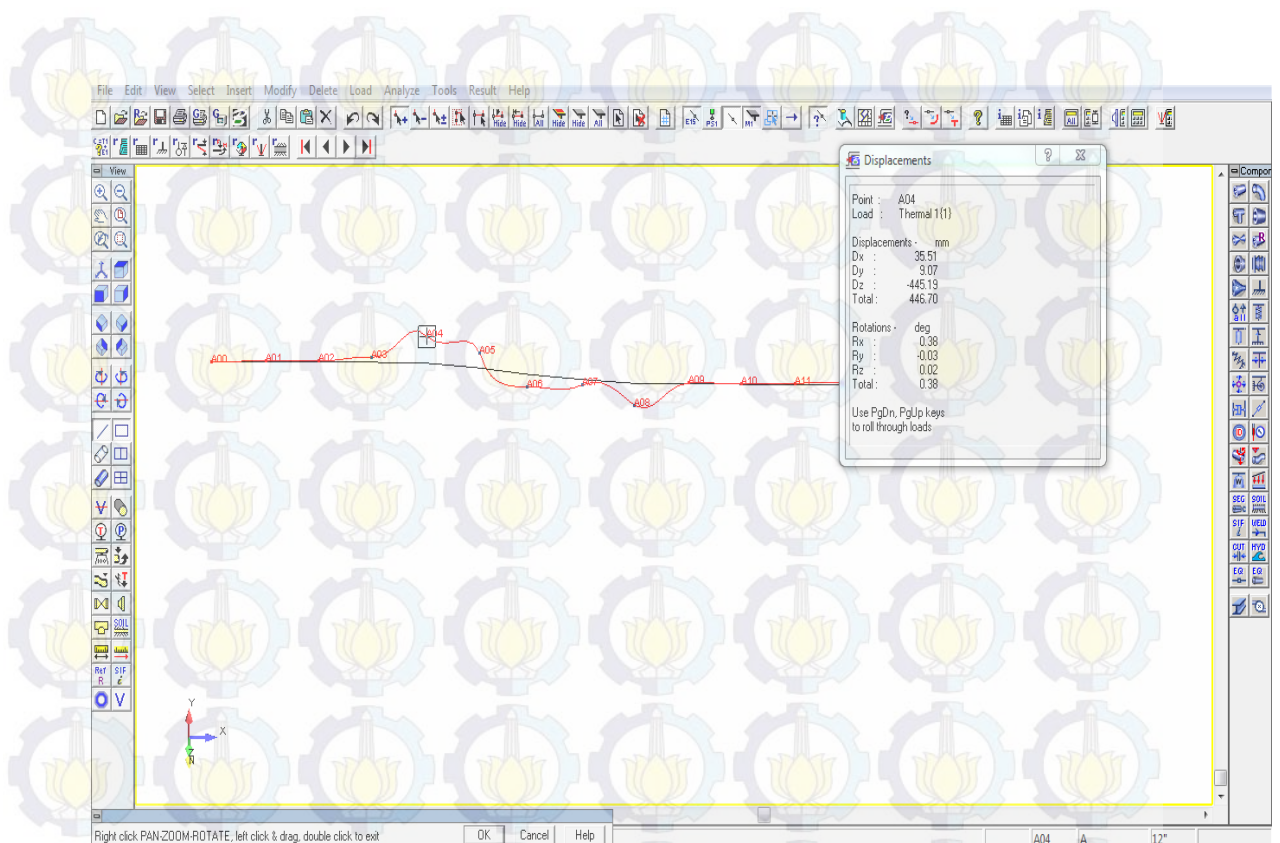


Gambar 4.26 Tegangan pada pipa tahun ke-10

Tabel 4.32 Tegangan pada pipa tahun ke-10

Point		Stress (N/mm)	Allowable stress (N/mm)
A00	A01	312,3	324,00
A01	A02	320,76	324,00
A02	A03	520,23	324,00
A03	A04	601,5	324,00
A04	A05	565,86	324,00
A05	A06	558,73	324,00
A06	A07	543,08	324,00
A07	A08	558,15	324,00
A08	A09	401,62	324,00
A09	A10	317,51	324,00
A10	A11	296,38	324,00
A11	A12	283,61	324,00
A12	A13	262,25	324,00
A13	A14	218,37	324,00

Dari Tabel 4.32 diatas sudah terdapat indikasi bahwa pipa mengalami kegagalan karena ada nilai *stress* melebihi nilai *allowable stress* yaitu terdapat pada member A02-A09. Gambar 4.27 adalah hasil analisa displasemen pada pipa tahun ke-10.



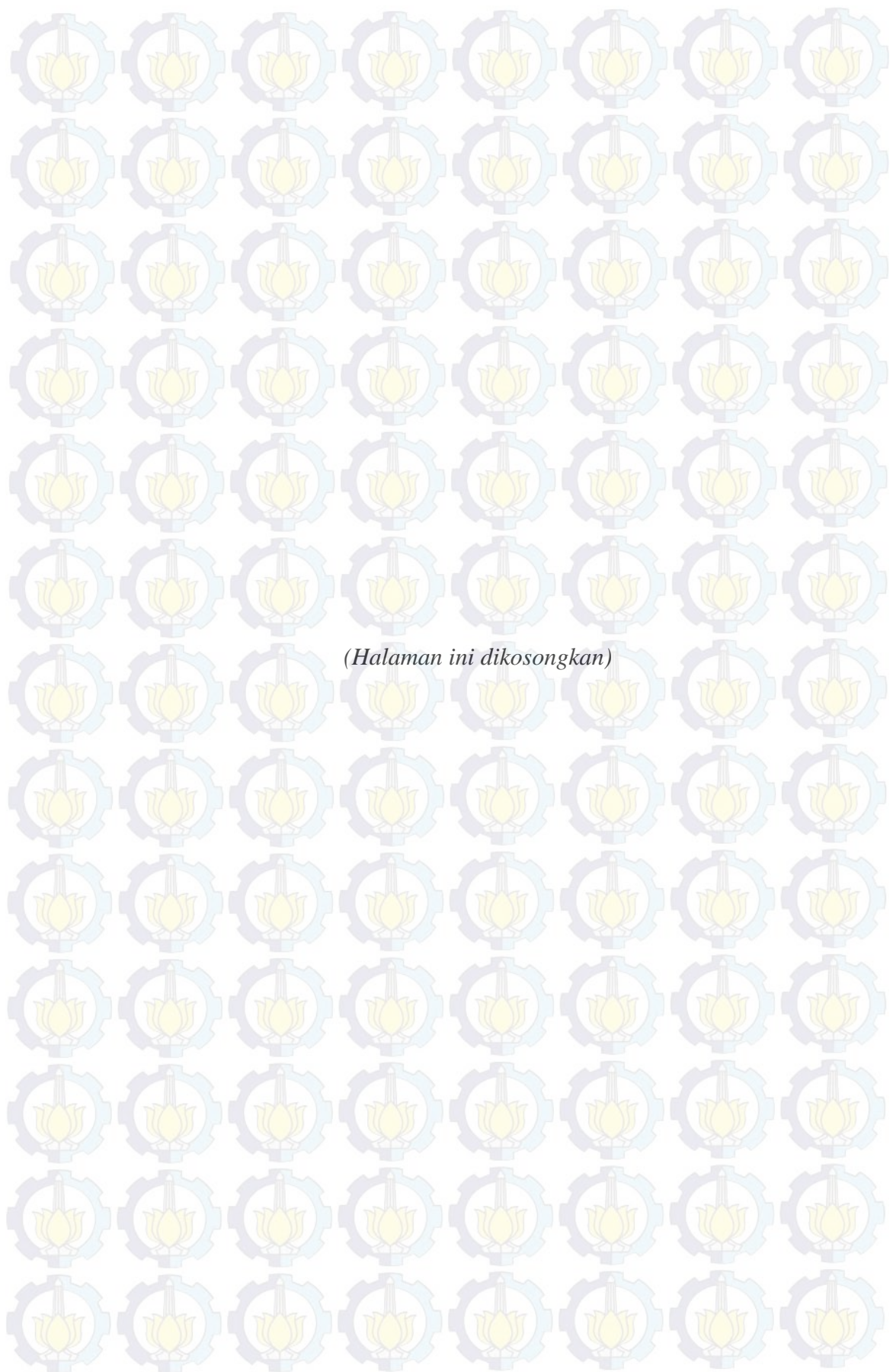
Gambar 4.27 Displasemen pada pipa tahun ke-10

Tabel 4.33 Displasemen pada pipa akibat *walking* pada tahun ke-10

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A00	A01	26,42	0	0	409,9
A01	A02	23,52	0	0	409,9
A02	A03	21,34	5,03	-88,32	409,9
A03	A04	35,51	9,07	-445,19	409,9
A04	A05	26,64	7,72	-147,81	409,9
A05	A06	-14,33	7,19	148,23	409,9
A06	A07	19,62	2,12	103,36	409,9
A07	A08	-17,27	4,29	307,45	409,9
A08	A09	-24,84	5,23	3,95	409,9

Point		Displacement			
		dx (mm)	dy (mm)	dz (mm)	Max Displacement (mm)
A09	A10	-22,57	5,73	3,36	409,9
A10	A11	-27,32	4,62	1,83	409,9
A11	A12	-23,52	3,12	1,45	409,9
A12	A13	-19,31	1,94	1,03	409,9

Dari Tabel 4.33 diatas dapat diketahui bahwa pipa mengalami kegagalan atau *buckling* pada member A03-A04 selama beroperasi 10 tahun, karena nilai *stress* yang terjadi melebihi nilai dari *allowable stress* dan juga melebihi batas displacement yang diijinkan yaitu sebesar $10 \times OD = 409,9$ mm.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan pada Bab VI yang dilakukan dalam tugas akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan. Kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh antara lain yaitu:

1. Pada analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan didapatkan gaya aksial sebesar 45313854,87 N. Serta didapatkan nilai *walking* pada pipa setiap satu siklus sebesar 0,0685 m dan pada tahun ke 1 sampai tahun ke 10 nilai *walking* sebesar 0,21 m – 2,1 m.
2. Dari hasil nilai analisa diatas didapatkan tegangan terbesar dalam siklus pertama sebesar 123,56 N/mm² dan displasemen $dx = 10,06$ mm; $dy = 1,1$ mm; $dz = -54,58$ mm. Maka untuk pipa yang beroperasi tahun ke 1-10 tegangan terbesar didapatkan 171,36 N/mm² – 601,5 N/mm² dan didapatkan displacement sebesar $dx = (11,54 \text{ mm}) - (35,51 \text{ mm})$; $dy = (1,5 \text{ mm}) - (9,07 \text{ mm})$; $dz = (-77,37 \text{ mm}) - (-445,19 \text{ mm})$.
3. Pada sistem pipeline ini dapat disimpulkan bahwa pipa dalam masa operasi tahun ke 1 sampai tahun ke 8 tidak terindikasi kegagalan, namun pada masa operasi tahun ke 9 pipa mengalami indikasi kegagalan karena nilai *stress* yang terjadi melebihi nilai *allowable stress*. Pada masa operasi tahun ke-10 pipa akan mengalami *buckling* pada member A03-A04 karena nilai displasemen yang terjadi melebihi batas yang diijinkan dan juga nilai *stress* yang terjadi melebihi nilai *allowable stress*.

5.2 Saran

Saran-saran yang diberikan penulis untuk melanjutkan penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Perlu adanya penelitian tentang *fatigue* yang terjadi pada pipa akibat adanya *buckling* untuk mengetahui umur dari desain pipa.

2. Perlu adanya penelitian tentang mitigasi untuk penanggulangan adanya kegagalan pipa ketika beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arini, H.W. 2014. “Analisa Studi Pipeline Walking Akibat Ekspansi Termal Pada Pipa dan Pengaruhnya Terhadap Koneksi Spool”. Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS.
- Bai, Yong., and Bai, Qiang., 2005, *Subsea Pipelines and Risers*, UK, Great Britain.
- Chakrabarti, Subrata., 2005, *Hand Book of Offshore Engineering*, Netherland, Elsevier Ltd.
- David, Atkins and David J. White. 2008. *Pipe Soil Interaction During Lateral Buckling and Pipeline Walking*. Offshore Technology Conferance. Houston.
- Det Norske Veritas. 2012. DNV OSF101, *Submarine Pipelines System*. Norway.
- H. Rong, R. Inglis, G. Bell, Z. Huang and R. Chan. 2009. *Evaluation and Mitigation of axial Walking with a Focus on Deep Water Flowlines*. Offshore Technology Conferance. Houston.
- Luciene Alves, Jose R. M. Sousa and Gilberto B. Ellwanger. 2012. *Transient Thermal Effects and Walking in Submarine Pipeline*. Federal University of Rio de Janeiro, Civil Enggineering Departement. Rio de Janeiro.
- M. Carr, F. Sinclair and D. Bruton. 2006. *Pipeline Walking – Understanding the Field Layout Challenges and Analytical Solution*. Offshore Technology Conferance. Houston.
- Mouselli, A.H. 1981. *Offshore Pipeline Design, Analysis and Methods*. PenWell Books. Oklahoma.
- PT. Depriwangga Engineering. 2012. *Ekspansion Analysis for 8” KCOM-B2C 3 Phase Pipeline*. Pipeline Enggineering Departement. Jakarta.
- Soegiono., 2006, *Pipa Laut*, Surabaya, Airlangga University Press.

Tveramo, Camilia. 2013. *Pipeline Walking of High Pressure/Temperature Flowlines*. Department of Marine Technology Norwegian University of Science and Technology.

1. Menghitung $S(\omega)$

No	ω	ωp	γ	σ	Snn(ω)	FS	m_0	m_1	m_2	m_4
1	0	0,70	1,3	0,07	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,1	0,70	1,3	0,07	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,2	0,70	1,3	0,07	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,3	0,70	1,3	0,07	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,4	0,70	1,3	0,07	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,5	0,70	1,3	0,07	0,24	4,00	0,97	0,49	0,24	0,06
7	0,6	0,70	1,3	0,07	1,19	2,00	2,38	1,43	0,86	0,31
8	0,7	0,70	1,3	0,09	2,04	4,00	8,17	5,72	4,00	1,96
9	0,8	0,70	1,3	0,09	1,41	2,00	2,82	2,25	1,80	1,15
10	0,9	0,70	1,3	0,09	0,95	4,00	3,80	3,42	3,08	2,49
11	1	0,70	1,3	0,09	0,65	2,00	1,31	1,31	1,31	1,31
12	1,1	0,70	1,3	0,09	0,45	4,00	1,79	1,96	2,16	2,61
13	1,2	0,70	1,3	0,09	0,31	2,00	0,61	0,74	0,88	1,27
14	1,3	0,70	1,3	0,09	0,21	4,00	0,86	1,11	1,44	2,44
15	1,4	0,70	1,3	0,09	0,15	2,00	0,30	0,42	0,59	1,16
16	1,5	0,70	1,3	0,09	0,11	4,00	0,44	0,66	0,98	2,21
17	1,6	0,70	1,3	0,09	0,08	2,00	0,16	0,26	0,41	1,05
18	1,7	0,70	1,3	0,09	0,06	4,00	0,24	0,41	0,69	2,00
19	1,8	0,70	1,3	0,09	0,05	2,00	0,09	0,16	0,29	0,95
20	1,9	0,70	1,3	0,09	0,03	4,00	0,14	0,26	0,50	1,81
21	2	0,70	1,3	0,09	0,03	2,00	0,05	0,11	0,22	0,86
22	2,1	0,70	1,3	0,09	0,02	4,00	0,08	0,18	0,37	1,65
23	2,2	0,70	1,3	0,09	0,02	2,00	0,03	0,07	0,16	0,79
24	2,3	0,70	1,3	0,09	0,01	4,00	0,05	0,12	0,29	1,52
25	2,4	0,70	1,3	0,09	0,01	2,00	0,02	0,05	0,13	0,73
26	2,5	0,70	1,3	0,09	0,01	4,00	0,04	0,09	0,22	1,40
27	2,6	0,70	1,3	0,09	0,01	2,00	0,01	0,04	0,10	0,67
28	2,7	0,70	1,3	0,09	0,01	4,00	0,02	0,07	0,18	1,30
29	2,8	0,70	1,3	0,09	0,01	2,00	0,01	0,03	0,08	0,63
30	2,9	0,70	1,3	0,09	0,00	4,00	0,02	0,05	0,14	1,21
31	3	0,70	1,3	0,09	0,00	2,00	0,01	0,02	0,06	0,58

24,44 21,44 21,22 34,15

No	ω	γ	$G(\omega)$
1	0	1,3	0,0000
2	0,1	1,3	0,0263
3	0,2	1,3	0,0526
4	0,3	1,3	0,0788
5	0,4	1,3	0,1051
6	0,5	1,3	0,1314
7	0,6	1,3	0,1577
8	0,7	1,3	0,1839
9	0,8	1,3	0,2102
10	0,9	1,3	0,2365
11	1	1,3	0,2628
12	1,1	1,3	0,2891
13	1,2	1,3	0,3153
14	1,3	1,3	0,3416
15	1,4	1,3	0,3679
16	1,5	1,3	0,3942
17	1,6	1,3	0,4204
18	1,7	1,3	0,4467
19	1,8	1,3	0,4730
20	1,9	1,3	0,4993
21	2	1,3	0,5256
22	2,1	1,3	0,5518
23	2,2	1,3	0,5781
24	2,3	1,3	0,6044
25	2,4	1,3	0,6307
26	2,5	1,3	0,6569
27	2,6	1,3	0,6832
28	2,7	1,3	0,7095
29	2,8	1,3	0,7358
30	2,9	1,3	0,7620
31	3	1,3	0,7883

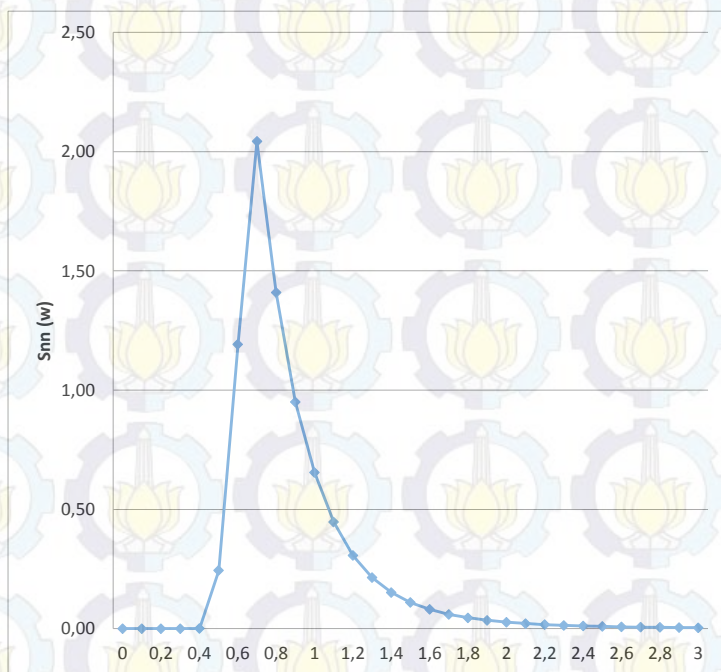
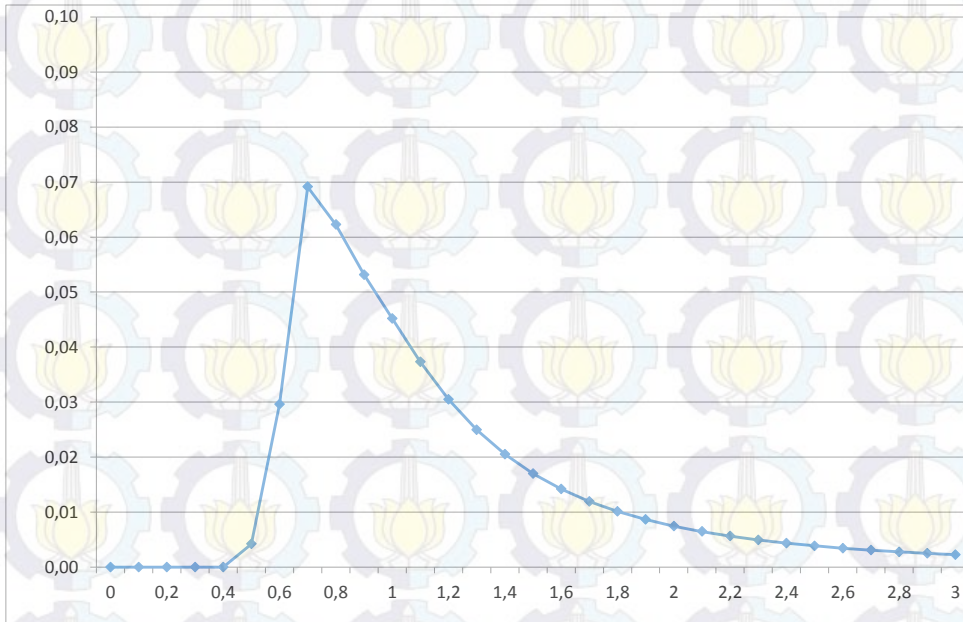
2. Menghitung $S_{uu}(\omega)$

$(G(\omega))^2$	$S_{nn}(\omega)$	$S_{uu}(\omega)$	FS	m_0	m_1	m_2	m_4
0,0000	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0007	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0028	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0062	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0110	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,0173	0,24	0,00	4,00	0,02	0,01	0,00	0,00
0,0249	1,19	0,03	2,00	0,06	0,04	0,02	0,01
0,0338	2,04	0,07	4,00	0,28	0,19	0,14	0,07
0,0442	1,41	0,06	2,00	0,12	0,10	0,08	0,05
0,0559	0,95	0,05	4,00	0,21	0,19	0,17	0,14
0,0691	0,65	0,05	2,00	0,09	0,09	0,09	0,09
0,0836	0,45	0,04	4,00	0,15	0,16	0,18	0,22
0,0994	0,31	0,03	2,00	0,06	0,07	0,09	0,13
0,1167	0,21	0,02	4,00	0,10	0,13	0,17	0,28
0,1353	0,15	0,02	2,00	0,04	0,06	0,08	0,16
0,1554	0,11	0,02	4,00	0,07	0,10	0,15	0,34
0,1768	0,08	0,01	2,00	0,03	0,05	0,07	0,19
0,1996	0,06	0,01	4,00	0,05	0,08	0,14	0,40
0,2237	0,05	0,01	2,00	0,02	0,04	0,07	0,21
0,2493	0,03	0,01	4,00	0,03	0,07	0,13	0,45
0,2762	0,03	0,01	2,00	0,01	0,03	0,06	0,24
0,3045	0,02	0,01	4,00	0,03	0,05	0,11	0,50
0,3342	0,02	0,01	2,00	0,01	0,02	0,05	0,26
0,3653	0,01	0,00	4,00	0,02	0,05	0,10	0,55
0,3977	0,01	0,00	2,00	0,01	0,02	0,05	0,29
0,4316	0,01	0,00	4,00	0,02	0,04	0,10	0,60
0,4668	0,01	0,00	2,00	0,01	0,02	0,05	0,31
0,5034	0,01	0,00	4,00	0,01	0,03	0,09	0,65
0,5414	0,01	0,00	2,00	0,01	0,02	0,04	0,34
0,5807	0,00	0,00	4,00	0,01	0,03	0,08	0,70
0,6215	0,00	0,00	2,00	0,00	0,01	0,04	0,36
				1,47	1,70	2,36	7,56

3. Perhitungan Parameter

U_s	=	0,44 m/s	m_0	=	0,048839
T_u	=	4,95 s	m_1	=	0,056564
T_n	=	2,07 s	m_2	=	0,0786
τ	=	2180,58	m_4	=	0,252037
T_n/T_p	=	0,23			
T_p	=	4,385992 s			
T_n/T_u	=	0,417273			

Sumber DNV halaman 12



1. Menghitung k_U

$$k_U = \frac{U^*}{U_s} = \frac{1}{2} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \ln \tau} + \frac{0.5772}{\sqrt{2 \cdot \ln \tau}} \right)$$

$$\begin{aligned} U^* &= 0,931597 \\ k_U &= 2,107734 \end{aligned}$$

2. Menghitung k_T

$$k_T = \frac{T^*}{T_u} = \begin{cases} k_r - 5 \cdot (k_r - 1) \cdot T_n / T_u & \text{for } T_n / T_u \leq 0.2 \\ 1 & \text{for } T_n / T_u > 0.2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} k_T &= T_n / T_u ; T_n / T_u > 0.2 \text{ maka } k_T = 1 \\ &= 1,00 \\ &= 1 \\ T^* &= T_u \\ &= 4,95 \end{aligned}$$

3. Menghitung K

K Significant Keulegan-Carpenter number $= U_s \cdot T_u / D$.
 K^* Keulegan-Carpenter number for single design oscillation

$$\begin{aligned} K &= 6,758549 \\ K^* &= 14,24522 \end{aligned}$$

4. Menghitung kecepatan gelombang

$$V(z) = V(z_r) \cdot \frac{\ln(z + z_0) - \ln z_0}{\ln(z_r + z_0) - \ln z_0} \cdot \sin \theta_c$$

$$V = 1,018066$$

5. Menghitung kecepatan arus

$$V_c = V_c(z_r) \cdot \left(\frac{\left(1 + \frac{z_0}{D} \right) \cdot \ln \left(\frac{D}{z_0} + 1 \right) - 1}{\ln \left(\frac{z_r}{z_0} + 1 \right)} \right) \cdot \sin \theta_c$$

$$V_c = 0,872234$$

5. Menghitung V^*

$$V^* = 1,167194$$

$$M^* = 1,252895$$

6. Menghitung total load reduction (y)

$$r \text{ total (y)} = 1$$

Halaman 15

7. Menghitung total load reduction (z)

$$r \text{ total (z)} = 0,7$$

8. Menghitung peak horizontal loads

$$FY^* = 1378,784$$

9. Menghitung peak vertical loads

$$FZ^* = 725,4811$$

10. Menghitung ws

$$\mu = 0,2$$

$$M^* = 1,252895$$

$$kU = 2,107734$$

$$L = 128,646 \text{ (grafik di page 27)}$$

$$\rho = 1025$$

$$D = 0,4099$$

$$Us = 0,44$$

$$y_{sc} = 1,308$$

$$ws = 19137,64 \text{ N/m} \quad 1950,83 \text{ kg/m}$$

$$b = 1326,229$$

12. Menghitung Stabilitas

$$y_{sc} = 1,308$$

$$fy^* = 1378,784$$

$$\mu = 0,2$$

$$fz^* = 725,4811$$

$$ws = 19137,64$$

Perhitungan Regangan (Strain)

Pada Cold End

Diketahui :

D_i	=	0,2985	m
$D_{o \text{ steel}}$	=	0,3239	m
$D_{o \text{ concrete}}$	=	0,4099	m
E	=	207	Gpa
t	=	0,01905	m
v	=	0,3	
α	=	1,17E-05	

$207 \times 10^9 \text{ Pa}$

d	=	41,9	m
T_{ambient}	=	15	°C
$T_{\text{instalasi}}$	=	27,23	°C
P_{desain}	=	655	bar
	=	65500000	Pa

Cross Sectional Area of steel

$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot [D_o^2 - D_i^2]$$

$$\begin{aligned} A_s &= 0,785 \cdot [0,3299^2 - 0,2985^2] \\ A_s &= 0,01241003 \text{ m} \end{aligned}$$

Cross Sectional Area of Concrete

$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot [D_o^2 - D_i^2]$$

$$\begin{aligned} A_c &= \pi/4 \cdot (0,4059^2 - 0,2985^2) \\ &= 0,061948872 \text{ m} \end{aligned}$$

a. Temperature Strain

$$\varepsilon_T = \alpha \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_T &= 1,17 \times 10^{-5} \cdot (26,6 - 15) \\ &= 0,0001431 \end{aligned}$$

b. End Cap Strain

$$\varepsilon_E = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{[P_{in} D_i^2 - P_o D_o^2]}{EA_s}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_E &= \frac{0,785 \cdot [30809632 \cdot 0,2985^2 - 3013500 \cdot 0,3299^2]}{207 \times 10^9 \cdot 0,020131} \\ &= 0,00177035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_o &= \rho_{\text{water}} \cdot g \cdot H \\ &= 1025 \cdot 9,8 \cdot 40,9 \\ &= 420886 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{in} &= P_d + \rho_{\text{cont}} \cdot g \cdot (d - SS) \\ &= 950 \times 10^5 + 824,928 \cdot 9,8 \cdot (40,9 - 0,244) \\ &= 65515235,1 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

c. Poissons Strain

$$\varepsilon_v = \frac{P_{in} D_i - P_o D_o}{2 t_2 E}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30809632 \cdot 0,2985 - 3013500 \cdot 0,3299}{2 \cdot 0,0191 \cdot 207 \times 10^9} \\ &= 0,00246237 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, } \varepsilon_{tot} &= \varepsilon_T + \varepsilon_v + \varepsilon_E \\ &= 0,00437581 \end{aligned}$$

FRictional RESISTANCE CALCULATION

$$F = \mu \left[\frac{\pi}{2} \cdot \rho_b \cdot g \cdot H_b \cdot D_t + \left(W_s - \rho_b \cdot g \cdot \frac{\pi D_t^2}{4} \right) \right]$$

Keterangan:

$\rho_b = 1835,5 \text{ kg/m}^3$
 $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
 $H_b = 0,1 \text{ m}$
 $D_t = 0,4099 \text{ m}$
 $W_s = 19138$
 $\pi/2 = 1,57$
 $\mu = 1,1$

$$F = 1,1 (1,57 \cdot 1835,5 \cdot 9,8 \cdot 0,1 \cdot 0,4099) + (1937,64 - 1835,5 \cdot 9,8 \cdot (3,14 \cdot 0,4099^2 / 4))$$

$$F = 1915,64 \text{ kg/m}$$
$$18786 \text{ N/m}$$

Perhitungan Regangan (Strain)

Pada Hot End

Diketahui :

D_i	=	0,2985	m
D_o steel	=	0,3239	m
D_o concrete	=	0,4099	m
E	=	207	Gpa
t	=	0,01905	m
v	=	0,3	
α	=	1,17E-05	

2,07E+11 Pa

d	=	41,9	m
$T_{ambient}$	=	15	°C
$T_{instalasi}$	=	80	°C
P_{desain}	=	655	bar
	=	65500000	Pa

Cross Sectional Area of steel

$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot [D_o^2 - D_i^2]$$

$$A_s = 0,785 \cdot [0,3239^2 - 0,2985^2]$$

$$A_s = 0,01241 \text{ m}$$

Cross Sectional Area of Concrete

$$A_s = \frac{\pi}{4} \cdot [D_o^2 - D_i^2]$$

$$A_c = \frac{\pi}{4} \cdot (0,4099^2 - 0,2985^2)$$

$$A_c = 0,061948872 \text{ m}$$

a. Temperature Strain

$$\varepsilon_T = \alpha \cdot \Delta T$$

$$\varepsilon_T = 1,17 \times 10^{-5} \cdot (80 - 15)$$

$$\varepsilon_T = 0,0007605$$

b. End Cap Strain

$$\varepsilon_E = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{[P_{in} D_i^2 - P_o D_o^2]}{E A_s}$$

$$\varepsilon_E = \frac{0,785 \cdot [30809632 \cdot 0,2985^2 - 3013500 \cdot 0,3299^2]}{207 \times 10^9 \cdot 0,015489}$$

$$\varepsilon_E = 0,0017704$$

c. Poissons Strain

$$\varepsilon_v = \frac{P_{in} D_i - P_o D_o}{2 t_2 E}$$

$$= \frac{65515235,1 \cdot 0,2985 - 3013500 \cdot 0,3239}{2 \cdot 0,0191 \cdot 207 \times 10^9}$$

$$= 0,0024624$$

$$P_o = \rho_{water} \cdot g \cdot H$$

$$= 1025 \cdot 9,8 \cdot 41,9$$

$$= 420886 \text{ N/m}^2$$

$$P_{in} = P_d + \rho_{cont} \cdot g \cdot (d - SS)$$

$$= 655 \times 10^5 + 824,9428 \cdot 9,8 \cdot (41,9 - 0,244)$$

$$= 65515235,1 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Sehingga, } \varepsilon_{tot} = \varepsilon_T + \varepsilon_v + \varepsilon_E$$

$$= 0,00499322$$

VIRTUAL ANCHOR POINT CALCULATION

Pada Hot End

$$L_A = \frac{\varepsilon_{tot} \cdot A_s \cdot E}{F}$$

Keterangan :

ε_{tot} = 0,0049932
 A_s = 0,01241 m
 E = 2,07E+11 Pa
 F = 1915,64 kg/m

L_A = 6695,9213 m From Hot end

Length between virtual anchor
827,947 m

VIRTUAL ANCHOR POINT CALCULATION

Pada Cold End

$$L_A = \frac{\varepsilon_{tot} \cdot A_s \cdot E}{F}$$

Keterangan :

ε_{tot} = 0,0043758
 A_s = 0,01241 m
 E = 2,07E+11 Pa
 F = 1915,64 kg/m

L_A = 5867,9746 m From cold end

WALKING PER CYCLE

a. Persamaan Perubahan Gaya Axial Sepanjang Pipa

$$\Delta P = -(p_{i,2} - p_{i,1})A_i(1 - 2\nu) - EA_s\kappa(\theta_2 - \theta_1)$$

b. Persamaan Perubahan Gaya Axial Sepanjang Xab

$$\Delta Ss = -WL (\mu a \cos \alpha - |\sin \alpha|) \text{ (menunjukkan slope)}$$

c. Walking per cycle

$$\Delta \alpha = \frac{\Delta Ss - \Delta P}{E A} \cdot Xab$$

P1 (Pa)	P2 (Pa)	T1 (C)	T2 (C)	L (m)	As (m)	Ai (m)	v	E (Pa)	k (1/C)
655000000	10158114	57	15	827,95	0,0124	0,0619	0,3	2,07E+11	0,0000117

α	W (N/m)	(-)P2-P1 1	1-2v 2	(1 . 2 .Ai)	E.As.k 1	T2-T1 2	(1 . 2)	ΔP (Pa)
15	18786,01	-644841886	0,4	-15966285	95665,05	-42	-4017932	-2405301,029

W.L.u	E.A		Walking
17109264,68	8176500000	560090250	0,0685 m

1 tahun	=	0,21
5 tahun	=	1,03
6 tahun	=	2,1

$$P_{cr} = (1 + CSF) C_2 \pi^2 E I_{pipa} / L_{eff}^2$$

$$P_{cr} = 21671773 \text{ N}$$

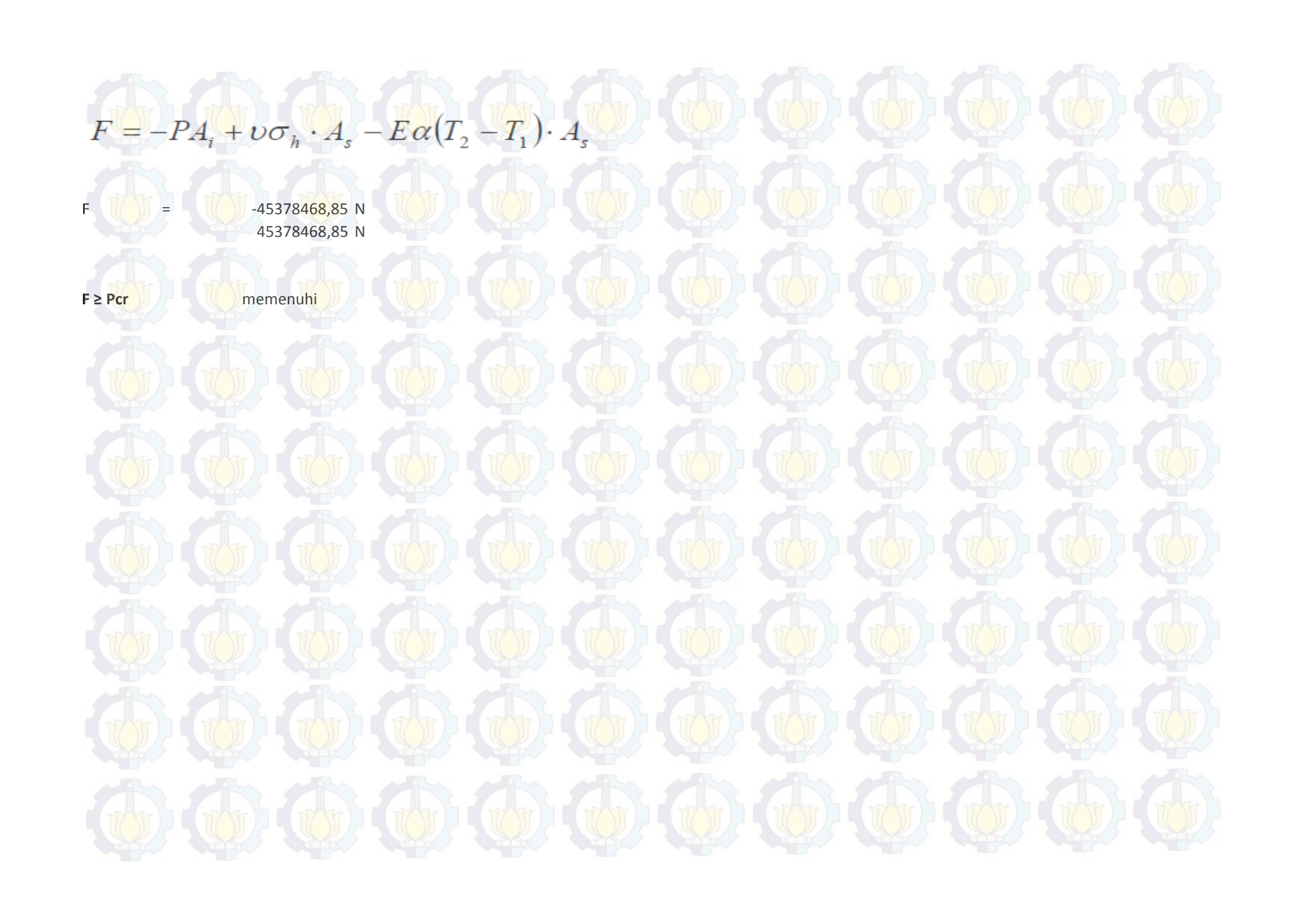
FRICTIONAL RESISTANCE CALCULATION

$$F = \mu \left[\frac{\pi}{2} \cdot \rho_b \cdot g \cdot H_b \cdot D_t + \left(W_s - \rho_b \cdot g \cdot \frac{\pi D t^2}{4} \right) \right]$$

$$F = 1915,6400 \text{ kg/m}$$

$$= 18786,01 \text{ N/m}$$

$$P_{cr} > F = \text{gagal}$$


$$F = -PA_i + \nu\sigma_h \cdot A_s - E\alpha(T_2 - T_1) \cdot A_s$$

$$F = \begin{matrix} -45378468,85 \text{ N} \\ 45378468,85 \text{ N} \end{matrix}$$

$$F \geq P_{cr} \text{ memenuhi}$$

BENTLEY
AutoPIPE

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
Advanced 9.6.0.15

BENTLEY
AutoPIPE

**
** AUTOPIPE SYSTEM INFORMATION **
**

SYSTEM NAME : jaja op 10 th

PROJECT ID : PIPAL

PREPARED BY : _____
IBNU

CHECKED BY : _____
IMR

1ST APPROVER : _____
IMR

2ND APPROVER : _____
HDY

PIPING CODE : B31.4 Offshore

YEAR : 2006

VERTICAL AXIS : Y

AMBIENT TEMPERATURE : 15 deg C

COMPONENT LIBRARY : AUTOPIPE

MATERIAL LIBRARY : B314-06

MODEL REVISION NUMBER : 7

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 1

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
*** Segment A begin ***							
A00	Gravity{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	-0.04	-34.17	0.00	0.00	0.00	-0.05
	Thermal 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.01	-34.17	0.00	0.00	0.00	-0.05
+2	Gravity{1}	-0.02	-26.78	0.00	0.00	0.00	0.02
	Thermal 1{1}	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.02	-26.78	0.00	0.01	0.00	0.02
+3	Gravity{1}	-0.02	-27.98	0.00	0.00	0.00	-0.01
	Thermal 1{1}	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.05	-27.98	0.00	0.01	0.00	-0.01
+4	Gravity{1}	-0.02	-27.92	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.08	-27.92	0.00	0.02	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	-0.02	-27.87	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.13	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.11	-27.87	0.00	0.02	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	-0.02	-27.90	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.16	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.14	-27.90	0.00	0.03	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.19	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.17	-27.89	0.00	0.03	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.22	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.21	-27.89	0.00	0.03	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.25	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.24	-27.89	0.00	0.04	0.00	0.00

jaja op 10 th

07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 2

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+10	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.29	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.28	-27.89	0.00	0.04	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.33	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.32	-27.89	0.00	0.05	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.37	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.36	-27.89	0.00	0.05	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.41	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.41	-27.89	0.00	0.06	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.46	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.46	-27.89	0.00	0.06	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.51	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.51	-27.89	0.00	0.06	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.57	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.57	-27.89	0.00	0.07	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.63	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.63	-27.89	0.00	0.07	0.00	0.00
+18	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.70	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.70	-27.89	0.00	0.08	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.77	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.77	-27.89	0.00	0.08	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 3

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+20	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.86	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.86	-27.89	0.00	0.09	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.94	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.95	-27.89	0.00	0.09	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.04	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.04	-27.89	0.00	0.09	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.15	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.15	-27.89	0.00	0.10	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.26	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.27	-27.89	0.00	0.10	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.39	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.39	-27.89	0.00	0.11	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.53	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.53	-27.89	0.00	0.11	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.68	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.69	-27.89	0.00	0.12	0.00	0.00
+28	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.85	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.86	-27.89	0.00	0.12	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.04	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.04	-27.89	0.00	0.12	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 4

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+30	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.24	-0.01	0.00	0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.24	-27.89	0.00	0.13	0.00	0.00

+31	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.46	0.01	0.00	0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.47	-27.88	0.00	0.13	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.71	-0.01	0.00	0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.71	-27.90	0.00	0.14	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.98	-0.04	0.00	0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.98	-27.93	0.00	0.14	0.00	0.00
+34	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.27	0.39	0.00	0.15	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.28	-27.50	0.00	0.15	0.00	-0.01
+35	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.59	-2.23	0.00	0.15	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.60	-30.13	0.00	0.15	0.00	0.02
A01	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.96	9.88	0.00	0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.97	-17.97	0.00	0.15	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.63	-2.23	0.00	0.16	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.64	-30.13	0.00	0.16	0.00	-0.02
+2	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.35	0.39	0.00	0.16	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.36	-27.50	0.00	0.16	0.00	0.01
+3	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.07	-0.03	0.00	0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.08	-27.92	0.00	0.17	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 5

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+4	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-1.20	-0.01	0.00	0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-1.19	-27.90	0.00	0.17	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.48	0.01	0.00	0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-2.47	-27.87	0.00	0.18	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	-3.79	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-3.78	-27.88	0.00	0.18	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-5.13	0.01	0.00	0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-5.12	-27.88	0.00	0.18	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-6.51	0.01	0.00	0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-6.50	-27.88	0.00	0.19	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-7.95	0.02	0.00	0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-7.95	-27.87	0.00	0.19	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-9.47	0.02	0.00	0.20	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-9.46	-27.87	0.00	0.20	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-11.07	0.02	0.00	0.20	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-11.06	-27.87	0.00	0.20	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-12.76	0.03	0.00	0.21	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-12.75	-27.86	0.00	0.21	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-14.57	0.03	0.00	0.21	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-14.56	-27.86	0.00	0.21	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 6

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+14	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-16.51	0.03	0.00	0.21	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-16.50	-27.85	0.00	0.21	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-18.59	0.04	0.00	0.22	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-18.58	-27.85	0.00	0.22	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-20.84	0.04	0.00	0.22	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-20.83	-27.85	0.00	0.22	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-23.27	0.05	0.00	0.23	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	G RTP1{1}	-23.27	-27.84	0.00	0.23	0.00	0.00
+18	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-25.92	0.05	0.00	0.23	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-25.91	-27.84	0.00	0.23	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-28.79	0.06	0.00	0.24	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-28.78	-27.83	0.00	0.24	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-31.91	0.06	0.00	0.24	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-31.90	-27.82	0.00	0.24	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-35.32	0.07	0.00	0.24	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-35.31	-27.82	0.00	0.24	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-39.04	0.08	0.00	0.25	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-39.03	-27.81	0.00	0.25	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-43.11	0.09	0.00	0.25	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-43.10	-27.80	0.00	0.25	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 7

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+24	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-47.57	0.10	0.00	0.26	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-47.56	-27.79	0.00	0.26	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-52.44	0.10	0.00	0.26	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-52.43	-27.78	0.00	0.26	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-57.78	0.12	0.00	0.27	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-57.77	-27.77	0.00	0.27	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-63.63	0.13	0.00	0.27	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-63.62	-27.76	0.00	0.27	0.00	0.00
+28	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-70.05	0.14	0.00	0.27	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-70.04	-27.75	0.00	0.28	0.00	0.00

+29	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-77.09	0.16	0.00	0.28	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-77.07	-27.73	0.00	0.28	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-84.81	0.17	0.00	0.28	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-84.80	-27.72	0.00	0.28	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-93.28	0.19	0.00	0.29	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-93.27	-27.69	0.00	0.29	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-102.58	0.19	0.00	0.29	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-102.57	-27.69	0.00	0.29	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-112.80	0.19	0.00	0.30	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-112.79	-27.69	0.00	0.30	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 8

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+34	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-124.01	0.62	0.00	0.30	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-124.00	-27.26	0.00	0.30	0.00	-0.01
+35	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-136.33	-1.85	0.00	0.30	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-136.32	-29.75	0.00	0.31	0.00	0.02
A02	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-149.83	9.74	0.00	0.31	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-149.82	-18.12	0.00	0.31	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-138.22	-1.73	0.00	0.31	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-138.21	-29.62	0.00	0.31	0.00	-0.02
+2	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-127.81	0.71	0.00	0.32	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-127.80	-27.17	0.00	0.32	0.00	0.01
+3	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-118.53	0.29	0.00	0.32	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-118.52	-27.60	0.00	0.32	0.00	0.00
+4	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-110.31	0.28	0.00	0.33	0.00	0.00

	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-110.30	-27.60	0.00	0.33	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-103.06	0.28	0.00	0.33	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-103.05	-27.60	0.00	0.33	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-96.73	0.26	0.00	0.33	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-96.72	-27.63	0.00	0.34	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-91.26	0.25	0.00	0.34	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-91.25	-27.64	0.00	0.34	0.00	0.00

jaja op 10 th					BENTLEY		
07/28/2015 PIPAl					AutoPIPE Advanced 9.6.0.15		
12:03 AM							
RESULT PAGE 9							

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+8	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-86.60	0.23	0.00	0.34	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-86.59	-27.66	0.00	0.34	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-82.70	0.22	0.00	0.35	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-82.69	-27.67	0.00	0.35	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-79.54	0.21	0.00	0.35	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-79.53	-27.67	0.00	0.35	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-77.09	0.21	0.00	0.36	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-77.08	-27.68	0.00	0.36	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-75.32	0.20	0.00	0.36	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-75.31	-27.69	0.00	0.36	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-74.22	0.20	0.00	0.36	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-74.20	-27.69	0.00	0.37	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-73.77	0.20	0.00	0.37	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-73.76	-27.69	0.00	0.37	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-73.99	0.20	0.00	0.37	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-73.97	-27.69	0.00	0.37	0.00	0.00

+16	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-74.85	0.20	0.00	0.38	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-74.84	-27.69	0.00	0.38	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-76.39	0.20	0.00	0.38	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-76.37	-27.68	0.00	0.38	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 10

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+18	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-78.60	0.21	0.00	0.39	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-78.58	-27.68	0.00	0.39	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-81.50	0.22	0.00	0.39	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-81.49	-27.67	0.00	0.39	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-85.13	0.23	0.00	0.39	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-85.12	-27.66	0.00	0.40	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-89.52	0.24	0.00	0.40	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-89.51	-27.65	0.00	0.40	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-94.70	0.25	0.00	0.40	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-94.69	-27.63	0.00	0.40	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-100.72	0.27	0.00	0.41	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-100.71	-27.62	0.00	0.41	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-107.64	0.29	0.00	0.41	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-107.62	-27.60	0.00	0.41	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-115.51	0.31	0.00	0.42	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-115.49	-27.58	0.00	0.42	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-124.40	0.33	0.00	0.42	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-124.39	-27.55	0.00	0.42	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Thermal 1{1}	-134.40	0.36	0.00	0.42	0.00	0.00
Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G RTP1{1}	-134.39	-27.53	0.00	0.43	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 11

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+28	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-145.59	0.39	0.00	0.43	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-145.58	-27.50	0.00	0.43	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-158.08	0.43	0.00	0.43	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-158.06	-27.46	0.00	0.43	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-171.96	0.45	-0.01	0.44	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-171.95	-27.43	-0.01	0.44	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-187.37	0.52	0.04	0.44	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-187.36	-27.37	0.04	0.44	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-204.45	0.52	-0.19	0.45	-0.01	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-204.43	-27.37	-0.19	0.45	-0.01	0.00
+33	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-223.34	0.51	0.87	0.45	0.02	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-223.32	-27.37	0.87	0.45	0.02	0.01
+34	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-244.21	1.61	-3.69	0.45	-0.05	-0.02
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-244.19	-26.28	-3.69	0.46	-0.05	-0.02
+35	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-267.26	-4.65	14.90	0.46	0.09	0.04
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-267.24	-32.55	14.93	0.46	0.09	0.04
A03	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-292.59	24.52	-57.84	0.46	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.05	-0.11	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-292.57	-3.32	-57.96	0.46	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-266.90	-4.25	10.88	0.46	-0.09	-0.03
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-266.88	-32.14	10.91	0.47	-0.09	-0.03

jaja op 10 th

07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 12

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+2	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-242.43	1.87	-6.29	0.47	0.05	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-242.41	-26.01	-6.30	0.47	0.05	0.03
+3	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-220.39	0.77	-1.76	0.47	-0.02	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-220.37	-27.12	-1.76	0.47	-0.02	0.00
+4	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-200.25	0.75	-2.52	0.47	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-200.23	-27.14	-2.52	0.47	0.00	0.01
+5	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-181.90	0.72	-2.09	0.47	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-181.88	-27.17	-2.09	0.47	0.00	0.01
+6	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-165.16	0.63	-1.94	0.47	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-165.13	-27.25	-1.94	0.47	0.00	0.01
+7	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-149.88	0.58	-1.75	0.47	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-149.86	-27.31	-1.75	0.47	0.00	0.01
+8	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-135.94	0.53	-1.59	0.47	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-135.91	-27.36	-1.59	0.47	0.00	0.01
+9	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-123.20	0.48	-1.44	0.47	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-123.18	-27.41	-1.44	0.48	0.00	0.01
+10	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-111.55	0.43	-1.30	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-111.53	-27.46	-1.30	0.48	0.00	0.01
+11	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-100.90	0.39	-1.18	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-100.87	-27.50	-1.18	0.48	0.00	0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 13

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+12	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-91.14	0.35	-1.07	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-91.11	-27.53	-1.07	0.48	0.00	0.01
+13	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-82.19	0.32	-0.96	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-82.16	-27.57	-0.96	0.48	0.00	0.01
+14	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-73.97	0.28	-0.86	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-73.94	-27.60	-0.86	0.48	0.00	0.01
+15	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-66.40	0.26	-0.78	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-66.38	-27.63	-0.78	0.48	0.00	0.01
+16	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-59.43	0.23	-0.69	0.48	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-59.40	-27.66	-0.69	0.48	0.00	0.01
+17	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-52.98	0.20	-0.62	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-52.95	-27.68	-0.62	0.49	0.00	0.01
+18	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-47.00	0.18	-0.55	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-46.97	-27.70	-0.55	0.49	0.00	0.01
+19	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-41.44	0.16	-0.48	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-41.41	-27.73	-0.48	0.49	0.00	0.01
+20	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-36.25	0.14	-0.42	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-36.22	-27.75	-0.42	0.49	0.00	0.01
+21	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-31.38	0.12	-0.37	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-31.35	-27.77	-0.37	0.49	0.00	0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 14

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+22	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-26.79	0.10	-0.31	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	GRTPl{1}	-26.75	-27.79	-0.31	0.49	0.00	0.01
+23	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-22.43	0.09	-0.26	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-22.40	-27.80	-0.26	0.49	0.00	0.01
+24	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-18.27	0.07	-0.21	0.49	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-18.24	-27.82	-0.21	0.49	0.00	0.01
+25	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-14.28	0.06	-0.17	0.50	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-14.24	-27.83	-0.17	0.50	0.00	0.01
+26	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-10.41	0.04	-0.12	0.50	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-10.37	-27.85	-0.12	0.50	0.00	0.01
+27	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-6.64	0.03	-0.08	0.50	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-6.60	-27.86	-0.08	0.50	0.00	0.01
+28	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.92	0.01	-0.03	0.50	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-2.88	-27.88	-0.03	0.50	0.00	0.01
+29	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.77	0.00	0.02	0.50	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.81	-27.89	0.02	0.50	0.00	0.01
+30	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.46	-0.02	-0.01	0.50	-0.01	0.01
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.51	-27.91	-0.01	0.50	-0.01	0.01
+31	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.19	-0.02	0.50	0.50	0.02	0.01
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.25	-27.91	0.50	0.50	0.02	0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 15

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+32	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	12.03	-0.05	-1.86	0.50	-0.07	0.00
	Pressure 1{1}	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	12.09	-27.94	-1.87	0.50	-0.07	0.00
+33	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	15.81	-0.13	9.24	0.51	0.21	0.01
	Pressure 1{1}	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	15.88	-28.02	9.26	0.51	0.21	0.01

+34	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	20.43	0.50	-38.24	0.50	-0.54	0.00
	Pressure 1{1}	0.04	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	20.49	-27.39	-38.30	0.51	-0.54	0.00
+35	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	22.38	-3.07	156.01	0.51	1.02	0.02
	Pressure 1{1}	0.05	-0.01	0.26	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	22.45	-30.96	156.26	0.51	1.02	0.02
A04	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	35.78	12.35	-604.87	0.51	-0.04	0.03
	Pressure 1{1}	0.07	0.02	-1.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	35.87	-15.51	-605.87	0.51	-0.05	0.03
+1	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-50.03	-2.75	150.42	0.50	-1.02	0.05
	Pressure 1{1}	-0.08	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-50.09	-30.65	150.68	0.50	-1.02	0.05
+2	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-24.50	0.67	-41.25	0.50	0.54	0.07
	Pressure 1{1}	-0.04	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-24.52	-27.21	-41.31	0.51	0.54	0.07
+3	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-27.35	0.06	5.70	0.50	-0.21	0.06
	Pressure 1{1}	-0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-27.37	-27.83	5.71	0.50	-0.21	0.06
+4	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-23.66	0.09	-4.71	0.50	0.07	0.06
	Pressure 1{1}	-0.04	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-23.67	-27.79	-4.72	0.50	0.07	0.06
+5	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-21.70	0.11	-2.18	0.50	-0.02	0.06
	Pressure 1{1}	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-21.72	-27.78	-2.18	0.50	-0.02	0.06

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 16

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+6	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-19.61	0.08	-2.38	0.50	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-19.62	-27.80	-2.38	0.50	0.00	0.06
+7	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-17.75	0.08	-2.07	0.50	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-17.76	-27.81	-2.07	0.50	0.00	0.06
+8	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-16.03	0.07	-1.90	0.49	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-16.03	-27.81	-1.90	0.50	0.00	0.06
+9	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-14.45	0.06	-1.69	0.49	0.00	0.06

	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-14.45	-27.83	-1.69	0.49	0.00	0.06
+10	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-12.99	0.06	-1.53	0.49	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-12.99	-27.83	-1.53	0.49	0.00	0.06
+11	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-11.64	0.05	-1.38	0.49	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-11.63	-27.83	-1.38	0.49	0.00	0.06
+12	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-10.39	0.04	-1.21	0.49	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-10.38	-27.84	-1.21	0.49	0.00	0.06
+13	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-9.22	0.04	-1.10	0.49	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-9.22	-27.85	-1.10	0.49	0.00	0.06
+14	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-8.14	0.04	-0.95	0.49	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-8.13	-27.85	-0.95	0.49	0.00	0.06
+15	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-7.13	0.03	-0.84	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-7.12	-27.86	-0.84	0.49	0.00	0.06

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 17

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+16	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-6.17	0.03	-0.74	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-6.16	-27.86	-0.74	0.48	0.00	0.06
+17	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-5.27	0.02	-0.60	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-5.26	-27.87	-0.60	0.48	0.00	0.06
+18	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-4.41	0.02	-0.54	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-4.40	-27.87	-0.53	0.48	0.00	0.06
+19	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-3.60	0.01	-0.41	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-3.58	-27.87	-0.41	0.48	0.00	0.06
+20	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.81	0.01	-0.33	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-2.79	-27.88	-0.33	0.48	0.00	0.06

+21	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.04	0.01	-0.25	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-2.03	-27.88	-0.25	0.48	0.00	0.06
+22	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-1.30	0.00	-0.14	0.48	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-1.28	-27.88	-0.13	0.48	0.00	0.06
+23	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.56	0.00	-0.08	0.47	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-0.54	-27.88	-0.08	0.47	0.00	0.06
+24	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.17	0.00	0.03	0.47	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.19	-27.89	0.04	0.47	0.00	0.06
+25	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.90	0.00	0.11	0.47	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.92	-27.89	0.11	0.47	0.00	0.06

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 18

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+26	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.64	-0.01	0.18	0.47	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.66	-27.89	0.18	0.47	0.00	0.06
+27	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.39	-0.01	0.30	0.47	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.42	-27.90	0.30	0.47	0.00	0.06
+28	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.17	-0.01	0.35	0.47	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.19	-27.90	0.36	0.47	0.00	0.06
+29	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.97	-0.02	0.49	0.47	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.99	-27.91	0.49	0.47	0.00	0.05
+30	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.80	-0.02	0.56	0.46	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.83	-27.91	0.57	0.46	0.00	0.05
+31	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.68	-0.03	0.63	0.46	-0.01	0.05
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.71	-27.92	0.63	0.46	-0.01	0.05
+32	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	6.58	-0.01	0.99	0.46	0.01	0.05
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.61	-27.90	0.99	0.46	0.01	0.05
+33	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.70	-0.06	-0.12	0.46	-0.04	0.05
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.73	-27.95	-0.12	0.46	-0.04	0.05
+34	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.09	-0.11	5.61	0.46	0.11	0.06
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.12	-27.99	5.62	0.46	0.11	0.06
+35	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	12.07	0.83	-18.52	0.46	-0.28	0.04
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	12.11	-27.06	-18.55	0.46	-0.28	0.04

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 19

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+36	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.49	-5.07	81.40	0.45	0.53	0.09
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.13	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.51	-32.97	81.54	0.45	0.53	0.09
A05	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	49.12	22.21	-310.81	0.45	0.01	0.07
	Pressure 1{1}	0.07	0.04	-0.51	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	49.22	-5.64	-311.32	0.45	0.01	0.07
+1	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-17.86	-5.01	78.90	0.44	-0.54	0.04
	Pressure 1{1}	-0.04	-0.01	0.13	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-17.87	-32.90	79.04	0.44	-0.54	0.04
+2	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.23	0.90	-20.19	0.42	0.28	0.09
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-0.22	-26.98	-20.22	0.42	0.28	0.09
+3	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-3.98	-0.05	4.01	0.41	-0.11	0.07
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-3.97	-27.94	4.02	0.41	-0.11	0.07
+4	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.63	-0.01	-1.47	0.40	0.03	0.07
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-2.61	-27.90	-1.47	0.40	0.03	0.07
+5	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.46	0.03	-0.22	0.39	-0.01	0.07
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-2.44	-27.86	-0.22	0.39	-0.01	0.07
+6	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-2.06	0.00	-0.41	0.38	0.00	0.07
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	G RTP1{1}	-2.04	-27.88	-0.41	0.38	0.00	0.07
+7	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-1.74	0.01	-0.27	0.36	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-1.72	-27.88	-0.27	0.37	0.00	0.06
+8	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-1.41	0.01	-0.27	0.35	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-1.39	-27.88	-0.26	0.35	0.00	0.06

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 20

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+9	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-1.11	0.00	-0.17	0.34	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-1.09	-27.88	-0.17	0.34	0.00	0.06
+10	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.81	0.01	-0.16	0.33	0.00	0.06
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.78	-27.88	-0.16	0.33	0.00	0.06
+11	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.52	0.00	-0.07	0.32	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.50	-27.89	-0.07	0.32	0.00	0.05
+12	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.23	0.00	-0.04	0.30	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.21	-27.89	-0.04	0.30	0.00	0.05
+13	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.06	0.00	-0.01	0.29	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.08	-27.89	-0.01	0.29	0.00	0.05
+14	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.33	-0.01	0.08	0.28	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.36	-27.89	0.09	0.28	0.00	0.05
+15	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.63	0.00	0.08	0.27	0.00	0.05
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.65	-27.89	0.08	0.27	0.00	0.05
+16	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.91	-0.01	0.18	0.25	0.00	0.04
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.94	-27.90	0.19	0.25	0.00	0.04
+17	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.22	-0.01	0.20	0.24	0.00	0.04
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.25	-27.89	0.21	0.24	0.00	0.04

+18	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.53	-0.01	0.25	0.23	0.00	0.04
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.56	-27.90	0.26	0.23	0.00	0.04

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 21

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+19	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.85	-0.01	0.34	0.22	0.00	0.04
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.88	-27.90	0.35	0.22	0.00	0.04
+20	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.20	-0.01	0.35	0.21	0.00	0.04
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.23	-27.90	0.36	0.21	0.00	0.04
+21	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.55	-0.02	0.47	0.19	0.00	0.03
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.58	-27.90	0.47	0.19	0.00	0.03
+22	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.94	-0.02	0.50	0.18	0.00	0.03
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.97	-27.90	0.50	0.18	0.00	0.03
+23	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.35	-0.02	0.57	0.17	0.00	0.03
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.38	-27.91	0.57	0.17	0.00	0.03
+24	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.78	-0.02	0.67	0.16	0.00	0.03
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.81	-27.91	0.67	0.16	0.00	0.03
+25	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.26	-0.02	0.71	0.14	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.29	-27.91	0.72	0.14	0.00	0.02
+26	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.75	-0.03	0.85	0.13	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.78	-27.92	0.86	0.13	0.00	0.02
+27	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.31	-0.03	0.90	0.12	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.34	-27.91	0.91	0.12	0.00	0.02
+28	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.90	-0.03	1.00	0.11	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.93	-27.92	1.01	0.11	0.00	0.02

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 22

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+29	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.54	-0.04	1.16	0.09	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.57	-27.93	1.16	0.09	0.00	0.02
+30	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.25	-0.03	1.23	0.08	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.28	-27.92	1.23	0.08	0.00	0.01
+31	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.00	-0.05	1.43	0.07	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.04	-27.94	1.43	0.07	0.00	0.01
+32	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.88	-0.03	1.33	0.06	-0.01	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.91	-27.92	1.34	0.06	-0.01	0.01
+33	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	9.58	-0.07	2.67	0.05	0.04	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	9.62	-27.96	2.67	0.05	0.04	0.01
+34	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	11.53	-0.11	-2.67	0.03	-0.11	0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	11.57	-27.99	-2.67	0.03	-0.11	0.01
+35	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.48	0.54	21.48	0.02	0.28	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.51	-27.34	21.52	0.02	0.28	-0.01
+36	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.01	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	26.67	-3.60	-76.84	0.00	-0.53	0.03
	Pressure 1{1}	0.03	-0.01	-0.13	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	26.73	-31.49	-76.96	0.00	-0.53	0.03
A06	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-38.82	15.74	310.50	0.00	0.01	0.00
	Pressure 1{1}	-0.07	0.03	0.51	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	-38.86	-12.12	311.02	0.00	0.01	0.00
+1	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.41	-3.48	-79.99	0.00	0.53	-0.03
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	-0.13	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.44	-31.37	-80.12	0.00	0.53	-0.03

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 23

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+2	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-3.93	0.60	19.40	-0.01	-0.28	0.01
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-3.92	-27.29	19.44	-0.01	-0.28	0.01
+3	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.78	-0.03	-4.73	-0.01	0.11	-0.01
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.76	-27.92	-4.74	-0.01	0.11	-0.01
+4	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-1.13	-0.02	0.88	-0.01	-0.04	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-1.11	-27.91	0.89	-0.01	-0.04	0.00
+5	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.69	0.02	-0.28	-0.02	0.01	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.67	-27.87	-0.28	-0.02	0.01	0.00
+6	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.42	0.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.40	-27.89	-0.02	-0.02	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	-0.13	0.00	-0.01	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.11	-27.89	-0.01	-0.02	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.15	0.00	0.02	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.17	-27.89	0.02	-0.02	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.44	0.00	0.04	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.46	-27.89	0.04	-0.03	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.73	-0.01	0.11	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.75	-27.89	0.11	-0.03	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.03	0.00	0.10	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	1.05	-27.89	0.10	-0.03	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 24

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+12	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.33	-0.01	0.17	-0.03	0.00	0.00

	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.36	-27.90	0.17	-0.03	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.65	-0.01	0.19	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.68	-27.90	0.20	-0.04	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.98	-0.01	0.23	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.01	-27.90	0.23	-0.04	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.33	-0.02	0.28	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.36	-27.90	0.28	-0.04	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.70	-0.02	0.32	-0.04	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.73	-27.91	0.32	-0.04	0.00	-0.01
+17	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.09	-0.01	0.35	-0.05	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.12	-27.90	0.35	-0.05	0.00	-0.01
+18	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.51	-0.02	0.44	-0.05	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.53	-27.91	0.44	-0.05	0.00	-0.01
+19	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.96	-0.02	0.44	-0.05	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.99	-27.91	0.45	-0.05	0.00	-0.01
+20	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.44	-0.03	0.54	-0.05	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.46	-27.92	0.54	-0.05	0.00	-0.01
+21	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.96	-0.03	0.58	-0.06	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.98	-27.92	0.58	-0.06	0.00	-0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 25

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+22	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.52	-0.03	0.64	-0.06	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.55	-27.92	0.65	-0.06	0.00	-0.01
+23	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.12	-0.04	0.73	-0.06	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.15	-27.93	0.73	-0.06	0.00	-0.01

+24	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.79	-0.04	0.78	-0.06	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.82	-27.93	0.79	-0.07	0.00	-0.01
+25	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.50	-0.05	0.90	-0.07	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.53	-27.93	0.91	-0.07	0.00	-0.01
+26	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.29	-0.05	0.97	-0.07	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.32	-27.94	0.97	-0.07	0.00	-0.01
+27	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	9.14	-0.06	1.08	-0.07	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	9.17	-27.94	1.08	-0.07	0.00	-0.01
+28	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	10.07	-0.06	1.19	-0.08	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	10.10	-27.95	1.20	-0.08	0.00	-0.01
+29	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	11.09	-0.06	1.28	-0.08	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	11.12	-27.95	1.28	-0.08	0.00	-0.01
+30	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	12.19	-0.08	1.46	-0.08	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	12.22	-27.97	1.46	-0.08	0.00	-0.01
+31	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	13.41	-0.08	1.59	-0.08	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	13.44	-27.97	1.59	-0.08	0.00	-0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 26

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+32	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	14.75	-0.09	1.66	-0.09	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	14.78	-27.98	1.66	-0.09	0.00	-0.01
+33	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	16.15	-0.09	2.30	-0.09	0.02	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	16.18	-27.98	2.30	-0.09	0.02	-0.01
+34	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	18.00	-0.11	0.23	-0.09	-0.04	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	18.04	-28.00	0.23	-0.09	-0.04	-0.01
+35	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	18.58	-0.10	10.38	-0.09	0.12	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	18.61	-27.99	10.40	-0.09	0.12	-0.01
+36	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	25.32	-0.22	-30.43	-0.10	-0.22	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	25.36	-28.10	-30.48	-0.10	-0.22	-0.01
A07	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.40	0.22	131.24	-0.10	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	8.41	-27.67	131.46	-0.10	0.00	-0.01
+1	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	24.85	-0.22	-31.09	-0.10	0.22	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	24.89	-28.11	-31.14	-0.10	0.22	-0.01
+2	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	22.14	-0.11	10.28	-0.10	-0.12	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	22.17	-28.00	10.30	-0.10	-0.12	-0.01
+3	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	24.49	-0.15	0.45	-0.11	0.05	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	24.52	-28.04	0.45	-0.11	0.05	-0.01
+4	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	25.88	-0.16	2.85	-0.11	-0.01	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	25.91	-28.04	2.86	-0.11	-0.01	-0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 27

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+5	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	27.75	-0.16	2.56	-0.11	0.01	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	27.78	-28.05	2.56	-0.11	0.01	-0.01
+6	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	29.80	-0.18	2.85	-0.11	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	29.83	-28.07	2.85	-0.11	0.00	-0.01
+7	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	32.12	-0.19	3.03	-0.12	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	32.15	-28.08	3.03	-0.12	0.00	-0.01
+8	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	34.70	-0.21	3.32	-0.12	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	34.73	-28.10	3.32	-0.12	0.00	-0.01
+9	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	37.58	-0.23	3.57	-0.12	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	G RTP1{1}	37.61	-28.12	3.57	-0.12	0.00	-0.01
+10	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	40.78	-0.24	3.87	-0.12	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	40.81	-28.13	3.88	-0.12	0.00	-0.01
+11	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	44.32	-0.27	4.22	-0.13	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	44.35	-28.16	4.23	-0.13	0.00	-0.01
+12	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	48.24	-0.29	4.58	-0.13	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	48.27	-28.18	4.58	-0.13	0.00	-0.01
+13	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	52.57	-0.31	4.98	-0.13	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	52.60	-28.20	4.98	-0.13	0.00	-0.01
+14	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	57.34	-0.35	5.47	-0.13	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	57.37	-28.24	5.47	-0.13	0.00	-0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 28

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+15	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	62.60	-0.37	5.94	-0.14	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	62.63	-28.26	5.95	-0.14	0.00	-0.01
+16	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	68.39	-0.41	6.50	-0.14	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	68.43	-28.30	6.50	-0.14	0.00	-0.01
+17	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	74.76	-0.45	7.11	-0.14	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	74.80	-28.34	7.11	-0.14	0.00	-0.01
+18	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	81.76	-0.48	7.76	-0.14	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	81.80	-28.37	7.77	-0.15	0.00	-0.01
+19	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	89.46	-0.54	8.51	-0.15	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	89.50	-28.43	8.51	-0.15	0.00	-0.01
+20	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	97.91	-0.59	9.30	-0.15	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	97.95	-28.47	9.31	-0.15	0.00	-0.01

+21	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	107.20	-0.64	10.19	-0.15	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	107.24	-28.53	10.19	-0.15	0.00	-0.01
+22	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	117.39	-0.71	11.15	-0.16	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	117.43	-28.60	11.16	-0.16	0.00	-0.01
+23	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	128.58	-0.77	12.22	-0.16	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	128.62	-28.66	12.23	-0.16	0.00	-0.01
+24	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	140.86	-0.84	13.36	-0.16	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	140.90	-28.73	13.37	-0.16	0.00	-0.02

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 29

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+25	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	154.33	-0.93	14.70	-0.16	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	154.37	-28.82	14.70	-0.16	0.00	-0.02
+26	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	169.11	-1.01	16.05	-0.17	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	169.16	-28.90	16.06	-0.17	0.00	-0.02
+27	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	185.32	-1.11	17.61	-0.17	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	185.37	-29.00	17.62	-0.17	0.00	-0.02
+28	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	203.11	-1.22	19.30	-0.17	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	203.16	-29.11	19.31	-0.17	0.00	-0.02
+29	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	222.62	-1.33	21.14	-0.17	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	222.67	-29.22	21.14	-0.17	0.00	-0.02
+30	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	244.01	-1.47	23.20	-0.18	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	244.06	-29.35	23.21	-0.18	0.00	-0.02
+31	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	267.47	-1.61	25.45	-0.18	0.01	-0.02
	Pressure 1{1}	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	267.52	-29.50	25.45	-0.18	0.01	-0.02
+32	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	293.22	-1.75	27.64	-0.18	-0.01	-0.02

	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	293.28	-29.64	27.64	-0.18	-0.01	-0.02
+33	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	321.30	-1.93	31.70	-0.18	0.04	-0.02
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	321.36	-29.82	31.71	-0.18	0.04	-0.02
+34	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	352.86	-2.14	28.16	-0.19	-0.13	-0.02
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	352.92	-30.03	28.15	-0.19	-0.13	-0.02

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 30

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+35	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	384.10	-2.04	59.57	-0.19	0.33	-0.02
	Pressure 1{1}	0.03	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	384.16	-29.93	59.64	-0.19	0.33	-0.02
+36	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	432.33	-4.09	-53.05	-0.20	-0.64	-0.01
	Pressure 1{1}	0.06	0.00	-0.23	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	432.42	-31.98	-53.27	-0.20	-0.64	-0.01
A08	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	429.70	3.92	408.19	-0.19	0.05	-0.01
	Pressure 1{1}	-0.04	0.02	0.90	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	429.69	-23.95	409.10	-0.19	0.05	-0.01
+1	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	391.09	-4.05	-105.15	-0.19	0.67	-0.01
	Pressure 1{1}	-0.04	0.00	-0.23	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	391.08	-31.94	-105.38	-0.19	0.67	-0.01
+2	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	356.02	-1.97	26.01	-0.20	-0.35	0.01
	Pressure 1{1}	-0.04	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	356.01	-29.86	26.07	-0.20	-0.35	0.01
+3	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	324.08	-2.10	-6.13	-0.19	0.14	0.00
	Pressure 1{1}	-0.03	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	324.08	-29.98	-6.15	-0.19	0.14	0.00
+4	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	295.03	-1.88	1.36	-0.19	-0.05	0.00
	Pressure 1{1}	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	295.03	-29.77	1.36	-0.19	-0.05	0.00
+5	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	268.60	-1.71	-0.27	-0.19	0.02	0.00
	Pressure 1{1}	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	268.60	-29.60	-0.28	-0.19	0.02	0.00
+6	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	244.54	-1.55	0.05	-0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	244.55	-29.44	0.05	-0.19	0.00	0.00

+7	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	222.66	-1.42	0.00	-0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	222.67	-29.31	0.00	-0.19	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 31

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+8	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	202.76	-1.29	0.00	-0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	202.77	-29.18	0.00	-0.19	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	184.65	-1.17	0.00	-0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	184.66	-29.06	0.00	-0.19	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	168.18	-1.07	0.00	-0.19	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	168.20	-28.96	0.00	-0.19	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	153.21	-0.97	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	153.23	-28.86	0.00	-0.19	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	139.59	-0.89	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	139.61	-28.78	0.00	-0.18	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	127.22	-0.81	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	127.24	-28.70	0.00	-0.18	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	115.97	-0.74	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	115.99	-28.63	0.00	-0.18	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	105.75	-0.67	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	105.77	-28.56	0.00	-0.18	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	96.47	-0.62	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	96.49	-28.51	0.00	-0.18	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	88.04	-0.56	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	88.07	-28.44	0.00	-0.18	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 32

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+18	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	80.40	-0.51	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	80.43	-28.40	0.00	-0.18	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	73.47	-0.47	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	73.50	-28.36	0.00	-0.18	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	67.19	-0.42	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	67.22	-28.31	0.00	-0.18	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	61.51	-0.39	0.00	-0.18	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	61.54	-28.28	0.00	-0.18	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	56.38	-0.36	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	56.40	-28.25	0.00	-0.18	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	51.74	-0.33	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	51.77	-28.22	0.00	-0.17	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	47.57	-0.30	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	47.59	-28.19	0.00	-0.17	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	43.81	-0.28	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	43.84	-28.17	0.00	-0.17	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	40.45	-0.26	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	40.48	-28.14	0.00	-0.17	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	37.44	-0.24	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	37.47	-28.13	0.00	-0.17	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 33

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+28	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	34.77	-0.22	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	34.80	-28.11	0.00	-0.17	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	32.40	-0.21	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	32.43	-28.10	0.00	-0.17	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	30.32	-0.20	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	30.36	-28.08	0.00	-0.17	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	28.52	-0.17	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	28.55	-28.06	0.00	-0.17	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	26.96	-0.18	0.00	-0.17	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	26.99	-28.07	0.00	-0.17	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	25.64	-0.18	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	25.68	-28.07	0.00	-0.17	0.00	0.00
+34	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	24.56	0.10	0.00	-0.16	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	24.59	-27.79	0.00	-0.16	0.00	-0.01
+35	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	23.68	-1.59	0.00	-0.16	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	23.71	-29.49	0.00	-0.16	0.00	0.01
A09	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	23.06	6.26	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	23.10	-21.60	0.00	-0.16	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	20.99	-1.59	0.00	-0.16	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	21.02	-29.48	0.00	-0.16	0.00	-0.01

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 34

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z

<hr/>							
+2	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	19.17	0.12	0.00	-0.16	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	19.20	-27.77	0.00	-0.16	0.00	0.01
+3	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	17.50	-0.14	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	17.54	-28.03	0.00	-0.16	0.00	0.00
+4	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	15.99	-0.12	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	16.03	-28.01	0.00	-0.16	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	14.63	-0.10	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	14.66	-27.99	0.00	-0.16	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	13.39	-0.09	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	13.43	-27.98	0.00	-0.16	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	12.27	-0.09	0.00	-0.16	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	12.31	-27.97	0.00	-0.16	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	11.27	-0.08	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	11.30	-27.97	0.00	-0.16	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	10.36	-0.07	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	10.39	-27.96	0.00	-0.15	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	9.54	-0.07	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	9.57	-27.96	0.00	-0.15	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.81	-0.06	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.84	-27.95	0.00	-0.15	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 35

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

<hr/>							
D I S P L A C E M E N T S							
		TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
Point	Load						
name	combination	X	Y	Z	X	Y	Z
<hr/>							
+12	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.16	-0.06	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.19	-27.94	0.00	-0.15	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	7.57	-0.05	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	7.61	-27.94	0.00	-0.15	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.06	-0.05	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	7.09	-27.94	0.00	-0.15	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.61	-0.05	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.64	-27.93	0.00	-0.15	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.21	-0.04	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.25	-27.93	0.00	-0.15	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.88	-0.04	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.91	-27.93	0.00	-0.15	0.00	0.00
+18	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.59	-0.04	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.63	-27.93	0.00	-0.15	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.36	-0.04	0.00	-0.15	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.39	-27.93	0.00	-0.15	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.17	-0.03	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.20	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.02	-0.04	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.06	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 36

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+22	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.93	-0.03	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.96	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.87	-0.03	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.91	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.86	-0.03	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	G RTP1{1}	4.90	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.89	-0.04	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.93	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.97	-0.03	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.00	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.09	-0.04	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.12	-27.93	0.00	-0.14	0.00	0.00
+28	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.25	-0.04	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.29	-27.93	0.00	-0.14	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.46	-0.03	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.50	-27.92	0.00	-0.14	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.72	-0.05	0.00	-0.14	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.76	-27.93	0.00	-0.14	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.03	-0.03	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.07	-27.92	0.00	-0.13	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 37

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+32	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.40	-0.05	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.43	-27.94	0.00	-0.13	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.82	-0.07	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.85	-27.96	0.00	-0.13	0.00	0.00
+34	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.30	0.22	0.00	-0.13	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	7.34	-27.67	0.00	-0.13	0.00	-0.01
+35	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.83	-1.60	0.00	-0.13	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	7.87	-29.49	0.00	-0.13	0.00	0.01

A10	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.51	6.80	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.54	-21.06	0.00	-0.13	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.75	-1.60	0.00	-0.13	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.79	-29.50	0.00	-0.13	0.00	-0.01
+2	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.14	0.22	0.00	-0.13	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.17	-27.67	0.00	-0.13	0.00	0.01
+3	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.57	-0.08	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.61	-27.96	0.00	-0.13	0.00	0.00
+4	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.07	-0.05	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.10	-27.94	0.00	-0.13	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.62	-0.04	0.00	-0.13	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.65	-27.93	0.00	-0.13	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 38

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+6	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.21	-0.04	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.25	-27.93	0.00	-0.12	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.86	-0.04	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.90	-27.93	0.00	-0.12	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.55	-0.04	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.59	-27.92	0.00	-0.12	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.28	-0.03	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.31	-27.92	0.00	-0.12	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.04	-0.04	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.08	-27.92	0.00	-0.12	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.85	-0.03	0.00	-0.12	0.00	0.00

	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.88	-27.92	0.00	-0.12	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.68	-0.03	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.72	-27.91	0.00	-0.12	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.55	-0.03	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.59	-27.92	0.00	-0.12	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.45	-0.02	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.49	-27.91	0.00	-0.12	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.38	-0.02	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.42	-27.91	0.00	-0.12	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 39

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+16	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.35	-0.03	0.00	-0.12	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.38	-27.92	0.00	-0.12	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.34	-0.02	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.38	-27.91	0.00	-0.11	0.00	0.00
+18	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.36	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.40	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.41	-0.02	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.45	-27.91	0.00	-0.11	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.49	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.53	-27.91	0.00	-0.11	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.60	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.64	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.75	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.78	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00

+23	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.92	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.96	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.13	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.17	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.38	-0.04	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.42	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 40

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+26	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.67	-0.03	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.71	-27.92	0.00	-0.11	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.00	-0.04	0.00	-0.11	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.04	-27.93	0.00	-0.11	0.00	0.00
+28	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.37	-0.04	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.41	-27.93	0.00	-0.10	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.79	-0.04	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.83	-27.93	0.00	-0.10	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.27	-0.05	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.31	-27.94	0.00	-0.10	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.79	-0.04	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	6.83	-27.93	0.00	-0.10	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.38	-0.07	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	7.42	-27.96	0.00	-0.10	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.04	-0.10	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	8.08	-27.98	0.00	-0.10	0.00	0.00
+34	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	8.76	0.33	0.00	-0.10	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	8.80	-27.56	0.00	-0.10	0.00	-0.01
+35	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	9.55	-2.33	0.00	-0.10	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	9.59	-30.23	0.00	-0.10	0.00	0.02

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 41

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
A11	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	10.53	9.95	0.00	-0.10	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	10.57	-17.90	0.00	-0.10	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	9.54	-2.34	0.00	-0.10	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	9.58	-30.24	0.00	-0.10	0.00	-0.02
+2	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.77	0.32	0.00	-0.10	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	8.81	-27.57	0.00	-0.10	0.00	0.01
+3	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	8.04	-0.10	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	8.09	-27.99	0.00	-0.09	0.00	0.00
+4	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	7.40	-0.07	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	7.44	-27.96	0.00	-0.09	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.81	-0.05	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.86	-27.94	0.00	-0.09	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.29	-0.05	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.33	-27.94	0.00	-0.09	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.83	-0.05	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.87	-27.94	0.00	-0.09	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.41	-0.05	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	5.46	-27.94	0.00	-0.09	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.05	-0.04	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

G RTP1{1}

5.09 -27.93 0.00

-0.09 0.00 0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 42

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+10	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.73	-0.04	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.77	-27.93	0.00	-0.09	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.45	-0.04	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.49	-27.93	0.00	-0.09	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.21	-0.03	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.25	-27.92	0.00	-0.09	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.00	-0.04	0.00	-0.09	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	4.05	-27.93	0.00	-0.09	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.84	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	3.88	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.70	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	3.75	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.60	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	3.65	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.54	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	3.58	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+18	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.50	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	3.54	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.49	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	3.54	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 43

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+20	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.52	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.56	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.57	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.62	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.66	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.71	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.78	-0.03	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.83	-27.92	0.00	-0.08	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.94	-0.04	0.00	-0.08	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.98	-27.93	0.00	-0.08	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.13	-0.03	0.00	-0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.17	-27.92	0.00	-0.07	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.35	-0.04	0.00	-0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.40	-27.93	0.00	-0.07	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.62	-0.04	0.00	-0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.66	-27.93	0.00	-0.07	0.00	0.00
+28	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.92	-0.04	0.00	-0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.97	-27.93	0.00	-0.07	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.27	-0.05	0.00	-0.07	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.32	-27.94	0.00	-0.07	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 44

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z

+30				0.05	-27.89	0.00	0.00
				5.67	-0.05	0.00	-0.07
				0.00	0.00	0.00	0.00
				5.71	-27.94	0.00	-0.07
+31				0.05	-27.89	0.00	0.00
				6.11	-0.04	0.00	-0.07
				0.00	0.00	0.00	0.00
				6.16	-27.93	0.00	-0.07
+32				0.05	-27.89	0.00	0.00
				6.61	-0.08	0.00	-0.07
				0.00	0.00	0.00	0.00
				6.66	-27.97	0.00	-0.07
+33				0.05	-27.89	0.00	0.00
				7.17	-0.12	0.00	-0.07
				0.00	0.00	0.00	0.00
				7.22	-28.01	0.00	-0.07
+34				0.05	-27.89	0.00	0.00
				7.80	0.57	0.00	-0.07
				0.00	0.00	0.00	0.00
				7.85	-27.32	0.00	-0.07
+35				0.05	-27.89	0.00	0.00
				8.46	-3.68	0.00	-0.07
				0.00	-0.01	0.00	0.00
				8.50	-31.58	0.00	-0.07
A12				0.05	-27.89	0.00	0.00
				9.39	15.91	0.00	-0.06
				0.00	0.07	0.00	0.00
				9.44	-11.91	0.00	-0.07
+1				0.05	-27.89	0.00	0.00
				8.39	-3.69	0.00	-0.06
				0.00	-0.01	0.00	0.00
				8.44	-31.59	0.00	-0.06
+2				0.05	-27.89	0.00	0.00
				7.71	0.55	0.00	-0.06
				0.00	0.00	0.00	0.00
				7.76	-27.33	0.00	-0.06
+3				0.05	-27.89	0.00	0.00
				7.05	-0.13	0.00	-0.06
				0.00	0.00	0.00	0.00
				7.10	-28.02	0.00	-0.06

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 45

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+4	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	6.46	-0.08	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	6.51	-27.97	0.00	-0.06	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	5.92	-0.05	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.97	-27.94	0.00	-0.06	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.44	-0.05	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.49	-27.94	0.00	-0.06	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.01	-0.06	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.06	-27.94	0.00	-0.06	0.00	0.00
+8	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.62	-0.05	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.67	-27.94	0.00	-0.06	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.27	-0.04	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.32	-27.93	0.00	-0.06	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.96	-0.04	0.00	-0.06	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.01	-27.93	0.00	-0.06	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.68	-0.04	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.73	-27.92	0.00	-0.06	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.44	-0.03	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.49	-27.92	0.00	-0.05	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.23	-0.04	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.28	-27.92	0.00	-0.05	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 46

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S							
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+14	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.04	-0.03	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.09	-27.92	0.00	-0.05	0.00	0.00
+15	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.89	-0.02	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.94	-27.91	0.00	-0.05	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.75	-0.04	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	G RTP1{1}	2.80	-27.92	0.00	-0.05	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.65	-0.02	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.70	-27.91	0.00	-0.05	0.00	0.00
+18	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.56	-0.03	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.61	-27.92	0.00	-0.05	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.50	-0.03	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.55	-27.91	0.00	-0.05	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.46	-0.02	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.51	-27.91	0.00	-0.05	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.45	-0.03	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.50	-27.92	0.00	-0.05	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.45	-0.02	0.00	-0.05	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.50	-27.91	0.00	-0.05	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.48	-0.02	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.53	-27.91	0.00	-0.04	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 47

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+24	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.53	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.58	-27.92	0.00	-0.04	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.60	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.65	-27.92	0.00	-0.04	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.70	-0.02	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.74	-27.91	0.00	-0.04	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.81	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	2.86	-27.92	0.00	-0.04	0.00	0.00

+28	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.96	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.00	-27.92	0.00	-0.04	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.13	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.17	-27.91	0.00	-0.04	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.32	-0.04	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.37	-27.93	0.00	-0.04	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.55	-0.03	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.60	-27.92	0.00	-0.04	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.81	-0.05	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.85	-27.94	0.00	-0.04	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.10	-0.08	0.00	-0.04	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.15	-27.97	0.00	-0.04	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 48

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

		D I S P L A C E M E N T S					
Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+34	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.43	0.40	0.00	-0.03	0.00	-0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.48	-27.49	0.00	-0.03	0.00	-0.01
+35	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.77	-2.58	0.00	-0.03	0.00	0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.81	-30.48	0.00	-0.03	0.00	0.02
A13	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	5.32	11.19	0.00	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	5.37	-16.65	0.00	-0.03	0.00	0.00
+1	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.70	-2.58	0.00	-0.03	0.00	-0.02
	Pressure 1{1}	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.74	-30.48	0.00	-0.03	0.00	-0.02
+2	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	4.31	0.39	0.00	-0.03	0.00	0.01
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	4.35	-27.50	0.00	-0.03	0.00	0.01
+3	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.91	-0.08	0.00	-0.03	0.00	0.00

	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.95	-27.97	0.00	-0.03	0.00	0.00
+4	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.56	-0.05	0.00	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.60	-27.94	0.00	-0.03	0.00	0.00
+5	Gravity{1}	0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	3.24	-0.03	0.00	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	3.27	-27.92	0.00	-0.03	0.00	0.00
+6	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.95	-0.04	0.00	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.98	-27.93	0.00	-0.03	0.00	0.00
+7	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.68	-0.02	0.00	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.71	-27.91	0.00	-0.03	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAl
12:03 AM
RESULT PAGE 49

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

D I S P L A C E M E N T S

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+8	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.44	-0.03	0.00	-0.03	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.46	-27.92	0.00	-0.03	0.00	0.00
+9	Gravity{1}	0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.21	-0.03	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.24	-27.91	0.00	-0.02	0.00	0.00
+10	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	2.01	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	2.04	-27.91	0.00	-0.02	0.00	0.00
+11	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.83	-0.03	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.85	-27.92	0.00	-0.02	0.00	0.00
+12	Gravity{1}	0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.66	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.68	-27.90	0.00	-0.02	0.00	0.00
+13	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.51	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.52	-27.91	0.00	-0.02	0.00	0.00
+14	Gravity{1}	0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.37	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.38	-27.90	0.00	-0.02	0.00	0.00

+15	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.24	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.25	-27.90	0.00	-0.02	0.00	0.00
+16	Gravity{1}	0.00	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.13	-0.02	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.13	-27.91	0.00	-0.02	0.00	0.00
+17	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	1.02	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	1.01	-27.90	0.00	-0.02	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAI
12:03 AM
RESULT PAGE 50

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+18	Gravity{1}	-0.01	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.92	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.91	-27.90	0.00	-0.02	0.00	0.00
+19	Gravity{1}	-0.02	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.83	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.81	-27.90	0.00	-0.02	0.00	0.00
+20	Gravity{1}	-0.03	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.75	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.73	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+21	Gravity{1}	-0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.68	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.64	-27.90	0.00	-0.01	0.00	0.00
+22	Gravity{1}	-0.04	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.61	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.56	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+23	Gravity{1}	-0.05	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.55	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.49	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+24	Gravity{1}	-0.07	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.49	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.42	-27.90	0.00	-0.01	0.00	0.00
+25	Gravity{1}	-0.08	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.43	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	GRTPl{1}	0.36	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+26	Gravity{1}	-0.09	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00

	Thermal 1{1}	0.38	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.29	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+27	Gravity{1}	-0.11	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.34	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.23	-27.88	0.00	-0.01	0.00	0.00

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPA1
12:03 AM
RESULT PAGE 51

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

DISPLACEMENTS

Point name	Load combination	TRANSLATIONS (mm)			ROTATIONS (deg)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
+28	Gravity{1}	-0.12	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.29	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.17	-27.90	0.00	-0.01	0.00	0.00
+29	Gravity{1}	-0.14	-27.88	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.25	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.11	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+30	Gravity{1}	-0.16	-27.89	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.21	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.05	-27.89	0.00	-0.01	0.00	0.00
+31	Gravity{1}	-0.18	-27.86	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.01	-27.87	0.00	0.00	0.00	0.00
+32	Gravity{1}	-0.20	-27.92	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.07	-27.91	0.00	0.00	0.00	0.00
+33	Gravity{1}	-0.23	-27.98	0.00	0.00	0.00	0.01
	Thermal 1{1}	0.10	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.13	-27.99	0.00	0.00	0.00	0.01
+34	Gravity{1}	-0.24	-26.78	0.00	0.00	0.00	-0.02
	Thermal 1{1}	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.18	-26.78	0.00	0.00	0.00	-0.02
+35	Gravity{1}	-0.36	-34.16	0.00	0.00	0.00	0.05
	Thermal 1{1}	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	-0.32	-34.16	0.00	0.00	0.00	0.05
A14	Gravity{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thermal 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pressure 1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	G RTP1{1}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*** Segment A end ***

jaja op 10 th
07/28/2015 PIPAL
12:03 AM
RESULT PAGE 52

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

RESULT SUMMARY

Maximum displacements (mm)

Maximum X :	35.51	Point :	A07	Load Comb.:	G RTP1{1}
Maximum Y :	9.07	Point :	A00	Load Comb.:	G RTP1{1}
Maximum Z :	-445.19	Point :	A04	Load Comb.:	G RTP1{1}
Max. total:	449.32	Point :	A04	Load Comb.:	G RTP1{1}

Maximum rotations (deg)

Maximum X :	0.51	Point :	A03	Load Comb.:	G RTP1{1}
Maximum Y :	1.02	Point :	A04	Load Comb.:	G RTP1{1}
Maximum Z :	0.09	Point :	A05	Load Comb.:	G RTP1{1}
Max. total:	1.14	Point :	A03	Load Comb.:	G RTP1{1}

jaja op 10 th
07/27/2015 PIPAL
10:09 PM
RESULT PAGE 77

BENTLEY
AutoPIPE Advanced 9.6.0.15

RESULT SUMMARY

Maximum Hoop stress

Point : A00
Stress N/mm2 : 121.7
Allowable N/mm2 : 216.00
Ratio : 0.05
Load combination : Max P{1}

Maximum Longitudinal stress

Point : A00
Stress N/mm2 : 0.00
Allowable N/mm2 : 0.00
Ratio : 0.00
Load combination : Max P{1}

Maximum Combined stress

Point : A04
Stress N/mm2 : 601.50
Allowable N/mm2 : 324.00
Ratio : 1.86
Load combination : GRTP1{1}

R E S U L T S U M M A R Y

Maximum Hoop stress ratio

Point : A00
Stress N/mm2 : 121.7
Allowable N/mm2 : 216.00
Ratio : 0.05
Load combination : Max P{1}

Maximum Longitudinal stress ratio

Point : A04
Stress N/mm2 : -590.92
Allowable N/mm2 : 288.00
Ratio : 2.05
Load combination : G RTP1{1}

Maximum Combined stress ratio

Point : A04
Stress N/mm2 : 601.50
Allowable N/mm2 : 324.00
Ratio : 1.86
Load combination : G RTP1{1}

* * * The system does not satisfy B31.4 Offshore (2006) code requirements * * *
* * * for the selected options * * *

BIODATA PENULIS



Ibnu Suwida Harja, dilahirkan di Jember pada tanggal 29 Oktober 1992. Pendidikan formal dimulai di TK Al-Hidayah 67 Karanganyar Ambulu. Setelah itu dilanjutkan dengan mengeyam pendidikan dasar di SDN Ambulu 01 Jember. Kemudian dilanjutkan dengan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 01 Ambulu. Melanjutkan ke jenjang berikutnya pada pendidikan menengah atas di SMA Negeri Ambulu Jember dan lulus pada tahun 2011.

Kemudian penulis melanjutkan studi S1 di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Selama masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi kemahasiswaan khususnya Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan (HIMATEKLA). Pada tahun 2015 penulis melakukan kerja praktek di perusahaan *fabrication oil and gas* PT. ONASIS INDONESIA Kutai - Kalimantan Timur dan perusahaan jasa *inspection offshore structure* PT. AQUAMARINE DIVINDO INSPECTION. Pada Juli 2015 penulis dapat menyelesaikan tugas akhirnya, yang mengangkat pada satu bidang keahlian di Jurusan Teknik Kelautan, yaitu *Subsea system* tentang *Pipeline*.